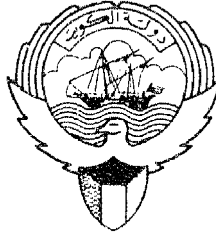


دولة الكويت
وزارة المواصلات
الإدارة العامة للطيران المدني
إدارة الأرصاد الجوية

مُناخ الكويت

عبد الملك علي الكليب
مراقب المناخ

المهندس/ منير شيحه

مهندس زراعى

اهداءات ٢٠٠٠

المهندس/ منير شيحه



دولة الكويت

وزارة المواصلات

الادارة العامة للطيران المدني

ادارة الأرصاد الجوية

مُناخ الكويت

مهندس دراسات

حنين يوسف شيحا

بكالوريوس في العلوم الزراعية

عبد الملك علي الكليب

مراقب المناخ

الطبعــة الأولى   ١٩٧٤

الطبعــة الثانية   ١٩٨١

مهندس زراعي

منير يوسف شيحا

بكالوريوس في العلوم الزراعية

بسم الله الرحمن الرحـــيم

يهدف هذا الكتاب الى اعطاء القارىء وصفاً تفصيلياً عن مناخ الكويت وعن احوال الطقس السائدة خلال فصول السنة المختلفة ، وتغطي أبواب الكتاب : الاشعاع الشمسي ، الكتل الهوائية ، الرياح السائدة ، أحوال الطقس ، توزع الضغط الجوي ودرجة الحرارة خلال فصول السنة بالاضافة الى الامطار ، العواصف الرعدية ، المنخفضات الجوية ، العواصف الترابية وغير ذلك من الظواهر الجوية بالاضافة الى ملحق احصائي يتضمن بعض الجداول المناخيـــة الاساسية . وقد تكون محتويات هذا الكتاب ذات قيمة خاصة للجغرافيين ، والمزارعين والمهندسين والملاحين والعاملين في مجال التكييف والصناعة والتجارة والتلوث . وأرجو أن يروق هذا الكتاب لجميع المهتمين في حقل المنـــاخ .

ولا يسعني بعد هذه المقدمة الا أن أتقدم بالشكر والعرفان للسادة المتنبئين الجويين : سعدي دبور وصالح جيتاوي لمساعدتهما القيمه في تغطية الكثير من المادة العلمية الخاصة بتوزع الضغط الجوي والمنخفضات الجويه ، كما أتقـــدم بالشكر للسيد طالب العلمي مراقب الشؤون الفنية الذي كان لمساعدته المتنوعة سواء فيما يتعلق بتاريخ الارصاد الجوية الكويتية او آرائه القيمه الخاصة بمناخ الكويت الأثر الكبير في رسم الخطوط العريضة لهذا الكتاب ، كما أشكر السيد محمود عزو صفر رئيس قسم التدقيق والاحصاءات المناخية لمساعدته الدائبـــة في جمع المعلومات المناخية وجمع المادة الخاصة بالمقدمة التاريخية ، وأود في الختام أن أعبر عن جزيل شكري لجميع الزملاء العاملين في مراقبة المناخ الذين شاركوا في جمع أكثر الجداول المناخية التي يتضمنها هذا الكتاب وهم : أحسان أبو كشك ، عادل جغليط ، آدم اوديشو ، سامي حسن ، حمد الشايع ، محمود شاور ، عايد الغريب ، حسن حيدر ، علي الصوه ، سالم الرقيب ، علي

اللهو ، محمد الشيباني ، علي الطراروه ، سليم شحيبر ، جاسم تقي ، يعقوب شيحا ، خالد رشيد ومحمد يونس وشحاده عوض احمد .

والله ولي التوفيـــق ، ، ،

عبد الملك عـــلي الكليب

الكويت في : جمادي الآخرة ١٤٠١ هـ —

ابريل ١٩٨١ م

نشـــأة وتطور الارصاد الجوية في الكويت :

أنشئت الارصاد الجوية في الكويت في يوليو ١٩٥٣ حيث ضمت محطة مناخية واحدة في الشويخ على أساس رصدتين يوميا الساعة ٠٩٠٠ والساعة ١٢٠٠ محلي . وفي عام ١٩٥٤ اقيمت محطتان مناخيتان الاولى في مدينة الكويت (مدرسة أبو بكر الصديق) والثانية في العمرية (المزرعة التجريبية سابقا) . وفي عام ١٩٥٥ أنشئت محطة مناخية في مطار الكويت القديم (النزهة حاليا) حيث كانت الرصدات تؤخذ يوميا الساعة التاسعة صباحا او حسب متطلبات الطيران في ذلك الحين .

وفي عام ١٩٥٦ أقيمت محطة ارصاد تجريبية في موقع المطار الجديد (مطار الكويت الدولي حاليا) بهدف تسجيل سرعة واتجاه الرياح ، كما انشئت اربع محطات مناخية أخرى للاغراض الصناعية وذلك في كل من : المقوع والأحمدي والفحيحيل والروضتين بناء على طلب من شركة نفط الكويت (KOC) ومن الجدير بالذكر أن اقدم تسجيلات للامطار في الكويت أخذت في الأحمدي منذ عام ١٩٤٦ وكانت بواسطة شركات النفط .

وقبيل انتهاء عام ١٩٥٧ اقيمت محطة مناخية في موقع المطار الجديد . وفي عام ١٩٥٨ بدأت اذاعة الكويت في اذاعة النشرة الجوية . وخلال عام ١٩٦٠ نشرت تقارير المناخ السنوية للاعوام ١٩٥٦ — ١٩٦٠ .

وفي عام ١٩٦١ أنشيء قسم للتنبؤات الجوية وآخر لاستلام اللاسلكي كما بدىء في اعداد التقارير المناخية الشهرية اعتبارا من يناير ١٩٦١ .

وفي مطلع عام ١٩٦٢ بدأت أول محطة سينوبتيكية (١) في العمل في مطار الكويت الدولي الجديد ــ المرحلة الاولى ــ على أساس ٢٤ ساعة يوميا ، كمـــا

---

(١) المحطة السينوبتيكية هي المحطة التي تعطي رصدات جوية رئيسية شاملة عند الساعات ٠٠ و ٠٦ و ١٢ و ١٨ بتوقيت جرينتش كما تعطي عادة رصدات جوية ثانوية شاملة عنـــد الســـاعات ٠٣ و ٠٩ و ١٥ و ٢١ بتوقيت جرينتش ، وقد تعطي أحيانا ولاغراض احصائية رصــدات ســاعية متواصلة .

بدىء في اطلاق بالون استرشادي يوميا وذلك لحساب الرياح العليا، وفي نهاية هذه السنة انضمت الارصاد الجوية الكويتية الى منظمة الارصاد الجوية العالمية . (WMO)

وفي عام ١٩٦٣ تم التعاقد على شراء آلتي استلام طباعة لاسلكية (RTT) بالاضافة الى آلة استلام راديوصوند (لحساب الحرارة والرطوبة في طبقات الجو العليا) كما زيد في عدد مرات اطلاق البالون الاسترشادي ليصبح مرتين في اليوم .

وفي عام ١٩٦٤ انتقل قسم التنبؤات الجوية وقسم استلام اللاسلكي من الشويخ الى مطار الكويت الدولي لتزويد الطائرات بالمعلومات المناسبة وفي اكتوبر ١٩٦٤ بدأ تلفزيون الكويت في اذاعة النشرة الجوية .

وفي أغسطس ١٩٦٥ فصلت الارصاد الجوية عن وزارة الاشغال العـامة وألحقت بوزارة الداخلية والدفاع ووضعت تحت سلطة مدير عام الطيران المدني كذلك التحق بالعمل اربعة متنبئين واربعة رصاد جويين .

وفي ٣٠ نوفمبر ١٩٦٥ عقد المؤتمر الثامن للارصاد الجوية لدول الجامعة العربية في الكويت . وفي مايو ١٩٦٦ تحمل قسم التنبؤات الجوية المسؤولية الكاملة في اصدار نشرة تنبؤات جوية للهبوط "TAFORs" صالحة لمدة ١٢و١٨ ساعة بالاضافة الى تنبؤات عن الرياح في طبقات الجو العليـا .

وفي اغسطس ١٩٦٦ بدأت أول دورة لتأهيل الرصاد الجويين ، وفي ١٥ اغسطس ١٩٦٦ بدىء في بث رصدات الراديوصوند للساعة ١٥ محلي يوميا . وفي سبتمبر ١٩٦٧ انتقلت رئاسة الأرصاد الجوية من الشويخ الى مطار الكويت الدولي .

وفي مارس ١٩٦٨ تحمل قسم التنبؤات الجوية جميع المسؤوليات كمكتب تنبؤات جوية رئيسي (MMO) كما تم الحصول على جهاز رادار وجهاز استلام صور خرائط لاسلكي (Facsimile) .

وفي عام ١٩٧٠ التحق بمراقبة الارصاد الجوية متنبئين جدد فأصبح العدد الكلي تسعة متنبئين .

وفي عام ١٩٧١ تم الحصول على محطة استلام صور الاقمار الصناعية (APT) كما تم تشغيل جهاز قياس مدى الرؤية على المهبط (RVR) .

وفي عام ١٩٧٢ تم اصدار التقارير الشهرية والسنوية لعام ١٩٦٩ ، والتي صارت تتضمن جداول مناخية جديدة روعي في وضعها ان تعطي معلومـــات كاملة عن أحوال الطقس والمناخ على السطح وفي طبقات الجو المختلفة .

وبدأً من يناير ١٩٧٢ تولى المتنبئون الجويون اذاعة النشرة الجوية في التلفزيون كما تم الحصول على جهاز مايكروفيلم لتصوير خرائط الطقس .

وفي عام ١٩٧٣ صدر التقرير المناخي لعام ١٩٧٠ وبدأ من هذا التقرير فقد توقف اصدار التقارير الشهرية واتخذ التقرير السنوي شكلا جديدا حيث صار يتضمن وصفا تفصيليا عن احوال الطقس خلال العام بجانب جداول جديدة تتضمن القيم الساعية واليومية والشهرية والسنوية للعناصر المناخية .

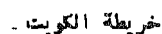
وفي نوفمبر ١٩٧٣ تم تركيب جهاز توليد الهيدروجين لتلبية احتياج قسم طبقات الجو العليا والمحطات وفي مارس ١٩٧٤ تم تركيب جهازين جديدين لقياس اشعاع الشمس والسماء واشعاع الشمس فقط نوع (Eppley) بالإضافة الى جهازي تسجيل لهذا الاشعاع .

وفي ١٨ يونيو ١٩٧٥ صدر قرار من السيد وزير الداخلية بتحويل مراقبة الارصاد الجوية الى ادارة وذلك بالقرار الوزاري رقم ١ /٧٥ .

وفي عام ١٩٧٦ تم الحصول على مطبعة صغيرة وذلك لطباعة كتب المناخ الصادرة عن ادارة الارصاد الجوية بالاضافة الى غير ذلك من الكتب الصادرة عن الادارة العامة للطيران المدني .

وبتاريخ ٧ يناير ١٩٧٩ فصلت الادارة العامة للطيران المدني عن وزارة الداخلية وألحقت بوزارة المواصلات .

ويعمل حاليا في ادارة الارصاد الجوية عدد ١٧ من المتنبئين الجويين و ٧٨ من الرصاد الجويين موزعين على ١٠ من المحطات واحدة منها سينوبتيكية والباقي مناخية .



خريطة الكويت .

مقدمة عامـــــة

الموقع والمساحة :

تقع دولة الكويت في الزاوية الشمالية الغربية من الخليج العربي بين خطي العرض ٢٨ و ٣٠ شمالا وبين خطي الطول ٤٦ و ٤٩ شرقا على وجه التقريب . ويحدها العراق من الشمال والشمال الغربي والمملكة العربية السعودية من الجنوب والجنوب الغربي .

وتبلغ مساحة البلاد ١٨,٨٥٠ كيلو مترا مربعـــا ، ويبلغ عدد الســكان ١,٣٥٥,٨٢٧ نسمة حسب احصائية ١٩٨٠ .

شـــكل السطح :

يتألف سطح الكويت بوجه عام من سهول رملية منبسطة تكتنفها بعض التلال القبابية القليلة الارتفاع او « الظهور » التي يصعب تميز اكثرها والتي لا تشكل أي عقبة بالنسبة للمواصلات ، وينحدر السطح انحدارا تدريجيا من الغرب الى الشرق بوجه عام على شكل تموجات خفيفة متباعدة ومن المرتفعات التي تستحق الذكر « جال الزور » في الجهة الشمالية الغربية من جون الكويت وهي عبارة عن تلال من الصخور الرسوبية تمتد من الشمال الشرقي الى الجنوب الغربي حيث تنتهي قرب قرية الجهراء. ثم تلال « اللياح » وهي اطول واكثر اتساعا من « جال الزور » وتمتد كذلك في الاتجاه السابق وتقع الى الشمال الغربي منها ، وبينهما تلال « كراع المرو » .

والى جانب السهول والتلال توجد كثير من المجاري الصغيرة الجافـــة والاودية الضحلة ومن أشهرها وادي « الباطن » ويمتد من الجنوب الغربي الى الى الشمال الشرقي ، والى الشرق من الباطن تمتد خطوط من التلال المستطيلة

تشقها اودية جافة كثيرة وتعرف هذه المنطقة باسم « الشقاق » وفي غرب دولة الكويت يمتد وادي « الشق » الضحل من الشمال الى الجنوب بوجه عام .

الجـــزر :

تضم الكويت عدة جزر أهمها فيلكا وهي جزيرة مأهولة بالسكان ، واكبرها مساحة جزيرة بوبيان ثم وربة ومسكان وعوهه وكُبرّ وأُم المرادم وقاروه ، وأم النمل والجزيرة الصغيرة .

الميـــاه في الكويت :

لايوجد في الكويت أنهار او ينابيع ولكنها غنية بالمياه الجوفية العذبة في كل من الشقايا والروضتين وشبه العذبه في الصليبية والوفرة وتتدفق عن طريق الآبار الارتوازية العميقــة .

كميـــات الانتـــاج :

١ ــ ميـــاه عذبـــه :

أ ــ جوفية : وقد بلغ انتاجها في عام ١٩٧٥ ٣٨٧,٠٠٠,٠٠٠ جالون أي بمتوسط يومي قدره ١,٠٦٠,٢٧٤ جالون .

ب ــ بحرية مقطره : وقد بلغ انتاجها في عام ١٩٧٥ ١١,٢١٤,٠٠٠,٠٠٠ جالون اي بمتوسط يومي قدره ٣٠,٧٢٣,٢٨٨ جالون .

ويبلغ المتوسط اليومي لانتاج مجموع النوعين ٣١,٧٨٤,٠٠٠ جالون.

٢ ــ ميـــاه صليبيـــه :

وهي مياه جوفية قليلة الملوحة مضافا اليها مياه مقطرة وتنسب الى منطقة الصليبية وقد بلغ انتاجها في عام ١٩٧٥ ٨,٣٢٩,٠٠٠,٠٠٠ جالون بمتوسط يومي قدره ٢٢,٨١٩,٠٠٠ جالون .

الصادرات الرئيسيـــة :

تتركز صادرات البلاد الرئيسية حول النفط ومشتقاته حيث تشغل الكويت المرتبة الثالثة بين دول منطقة الشرق الأوسط من حيث انتاج النفط بعد السعودية وايران والمرتبة السابعة بين دول العالم وتعتبر الخامسة في الترتيب بين الدول المصدرة للنفـــط .

وقد بلغ انتاج الكويت من النفط في عام ١٩٧٥ حوالي ٧٦٠,٧٢٩ مليون برميل بمعدل ٢,٠٨٤,١٨٩ برميل في اليوم ، كما بلغت كمية الصادر من النفط الخام في عام ١٩٧٥ ٦٥٢,٧١٦ مليون برميل بمعدل ١,٧٨٨,٢٦٣ برميل في اليوم . كذلك تقوم الكويت بتصدير الغاز المسال والاسمدة الكيماويـــة والاسماك .

١ - العوامل المؤثرة في منـــاخ الكويت

١ ـ العوامل المؤثرة في مناخ الكويـــــت

مناخ الكويت مناخ صحراوي جاف ومن مظاهره الرئيسية قلة المطر ، والتطرف الكبير في درجات الحرارة ، فالشتاء بارد الى شديد البرودة أحيانا وخاصة خلال سيطرة الرياح الشمالية الغربية الجافة حيث تهبط درجة الحرارة الصغرى الى حدود الصفر المئوي ، اما الصيف فحار الى شديد الحرارة وخاصة أثناء سيطرة الرياح الشمالية الغربية (السموم) حيث تبلغ درجة الحرارة العظمى ٤٥°م أو اكثر خلال معظم ايام الفصل ، ومن خصائص مناخ البلاد ايضـــا ارتفاع نسبة سطوع الشمس وكثرة حدوث العواصف الترابية .

وتتحكم العوامل التالية بصفة اساسية في تشكيل مناخ البلاد :

١ ـ موقع البلاد في النطاق شبه المداري مما ينتج عنه ارتفاع في كمية الاشعاع الشمسي خلال النهار وفي شدة هذا الاشعاع خلال فصل الصيف ، وسوف يعرض هذا الموضوع بالتفصيل في الفصل الثاني ، ومن الجدير بالذكر ان شدة وكمية الاشعاع الشمسي الذي يصل الى اي موضع على على سطح الارض يعتمد على :

أ ـ الزاوية التي تصل فيها أشعة الشمس الى الارض او مدى ارتفاع الشمس عن الأفق .

ب ـ مدة الاشعاع الشمسي او طول النهـــار .

ويبلغ أعلى ارتفاع للشمس في الكويت ٨٤° بتاريخ ٢١ يونيو أما خلال فصل الشتاء فيصل ارتفاع الشمس الى أدنى مقدار وهو ٣٧° وذلك بتاريخ ٢٢ ديسمبر أما في ٢٣ سبتمبر و ٢٠ مارس فيكون ارتفاع الشمس ٣٠َ ٦٠° فوق الأفق .

ويبلغ طول النهار خلال فصل الصيف ١٤ ساعة و ٢ دقيقة ، اما خلال فصل الشتاء فينخفض الى ١٠ ساعات و ١٥ دقيقة (الفرق ٣ ساعات و٤٧

دقيقة) ، وهذا يفسر الفرق الكبير بين الشتاء الشديد البرودة وبين الصيف الشديد الحرارة .

٢ – موقع البلاد على الساحل الغربي للخليج العربي ومن ورائه المحيط الهندي الذي يؤثر في طقس الكويت بشكل ملموس معظم السنة ، فعندما تهب الرياح من الشرق او الجنوب الشرقي خلال فصل الشتاء فانها تجلب الدفء والراحة ، أما خلال فصل الصيف فان هذه الرياح الشرقية تكون مرهقه الى حد كبير بسبب ارتفاع نسبة الرطوبة فيها . كذلك تتأثر البلاد بالبحر الاحمر ولكن لبعده عن البلاد فان أثره يكون طفيفا ويكاد يقتصر على بعض السحب التي تظهر اثناء تأثر البلاد بالمنخفضات الجوية .

٣ – نظم الضغط الجوي شبه الدائمة في كل فصل مثل المرتفع الجوي السيبيري شتاء وامتداده فوق شبه الجزيرة العربية ومثل المنخفض الموسمي الهندي الضخم فوق جنوب غرب آسيا صيفا .

٤ – المنخفضات الجوية العابرة وما يصاحبها من طقس خلال فصل الشتاء والفصول الانتقالية الاخرى .

٥ – لشكل سطح الارض أثر طفيف على المناخ وخاصة في فصل الشتاء حيث ينساب الهواء البارد ويتجمع في المناطق الحوضية المنخفضة خلال الليالي التي تهدأ فيها سرعة الرياح الشمالية الغربية الباردة .

٢ – الشمس والاشعاع الشمسي في الكويت

٢ ــ الشمس والاشعاع الشمسي في الكويـــت

تعتبر الشمس المصدر الاساسي للطاقة ، فالفحم والزيت والغاز الطبيعي وغيرها كثير من المواد الكيماوية كلها ترجع أصلا الى الغابات التي لم تكن لتنمو لولا أشعة الشمس ، وفي الحقيقة فان وجودنا يعتمد على الله تعالى ثم على الشمس لأنه بدونها لن تنمو النباتات ولن تحيا الاسماك في البحر ولا الحيوانات وغيرها من المخلوقات على الارض .

أما الحرارة القادمة من النجوم الأخرى او تلك التي من باطن الارض فانها ضئيلة جدا الى درجة لا يمكن مقارنتها مع الطاقة الشمسية بأي حال من الأحوال .

خصـــائص الشمس :

وبوجه عام فان الشمس كتلة تتألف من الغاز المشتعل ويبلغ قطرها ٨٦٥,٠٠٠ ميــل أو قــــل ١٠٩ أضعاف قطر الارض وتبعد عنا بنحو ٩٣ مليون ميل ، ومع أن رصد باطن الشمس أمر متعذر الحصول عليه فان جانبا كبيرا من المعلومات يمكن استنتاجها من معرفة حجم الشمس ولمعانها وكتلتها ومكوناتها الكيماوية ومن ثباتها الملفت للنظر .

وتصل درجة حرارة قلب الشمس The Core الى حوالي ١٥ مليون درجة مئوية كما تبلغ كثافة الغاز هناك الى ١٠ اضعاف كثافة الزئبق تقريبا ، وفي مثل هذه الدرجات العالية ، فان العمليات النووية الحرارية Thermonuclear تحول الهيدروجين في الحال الى هليوم بدرجة تكفي لتعويض الطاقة المتسربة الى الفضاء عن طريق الاشعاع ، وبما أن ٥٠٪ من حجم الشمس يتكون من الهيدروجين فان مخزونا ضخما يتوفر للابقاء على نشاط الشمس حسب المستوى الحالي لبلايين كثيرة أخرى من السنين وترتفع الطاقة الناتجة عن هذا التحول الى

سطح الشمس عن طريق تيارات الحمل وتتضاءل درجة الحرارة وكثافة الشمس بسرعة تجاه الخارج ، الفوتوسفير Photosphere وهو غطاء غاية في الرقة – بالنسبة للشمس – يميز ما نسميه بسطح الشمس ، ويبلغ عمق الفوتوسفير عدة مئات من الكيلومترات وهو ما يعادل جزء من ١٪ من نصف قطر الشمس .

وتتفاوت درجة حرارة الفوتوسفير من حوالي ٨٠٠٠°م في الاسفل الى حوالي ٤٥٠٠°م على السطح ، وتقدر درجة حرارة سطح الشمس بـ ٦٠٠٠°م بوجه عام ؛ وأهم مظاهر الفوتوسفير هي البقع الشمسية ، وهي تظهر عادة على شكل منخفضات او دوامات في الفوتوسفير ، ويمكن ان تصل اقطارها الى ١٠٠,٠٠٠ كم . او قل ستة او سبعة اضعاف قطر الارض ، وتنخفض درجة حرارة البقع الشمسية عن درجة حرارة المحيط – الغير مضطرب – بمقدار ١٠٠٠ – ١٥٠٠°م .

الارض والشمس :

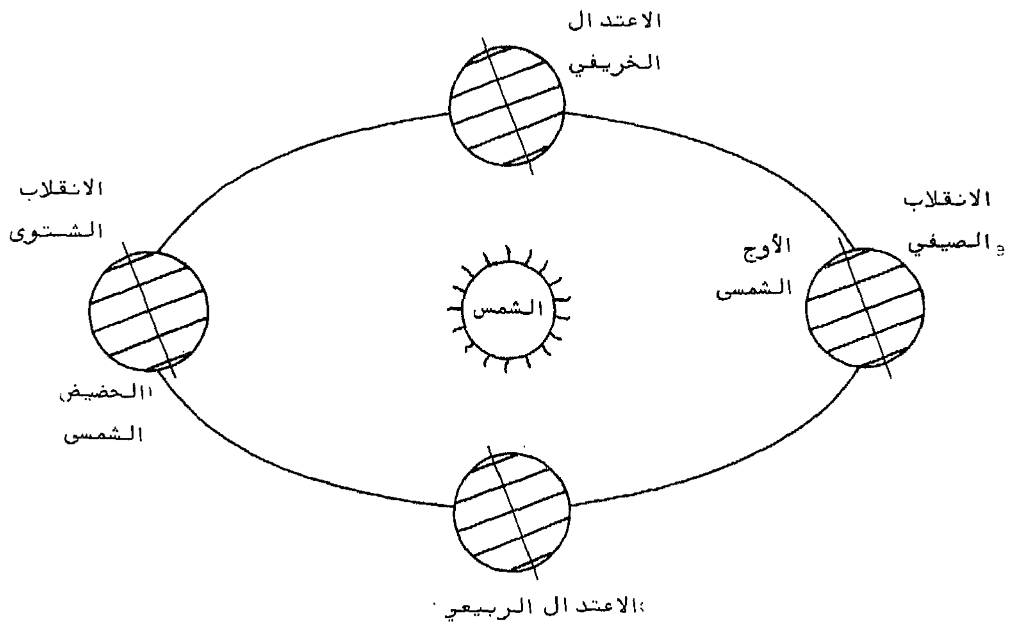
تدور الارض حول محورها الذي يصل بين القطبين الشمالي والجنوبي دورة واحدة كل ٢٤ ساعة نحو الشرق ، وينتج عن هذه الدورة شروق وغروب الشمس والقمر والكواكب وتقلب الليل والنهار الذي يحدث بسبب سطوع أشعة الشمس على الجزء المقابل لها من الارض خلال الاربع والعشرين ساعة ، ويتقرر بسبب هذه الحركة ايضا طول يومنا – ٢٤ ساعة – وتميز كل جزء من اليوم بصفات معينة مثل الفجر والضحى والظهر والعصر والمغرب والعشاء ، والليل الاول والليل الآخر وهكذا ، وينتج عن هذه الحركة ايضا التغيرات اليومية في الطقس ، مثل الدفء خلال النهار والبرودة خلال الليل ، والتغيرات اليومية في سرعة الرياح والسحب وغيرها من الظواهر التي تتضمن نسيم البر والبحر وغير ذلك .

بالاضافة الى دوران الارض حول محورها فانها تدور حول الشمس مرة كل سنة باتجاه الشرق عبر مدار بيضاوي بعض الشيء وبسرعة يبلغ متوسطها

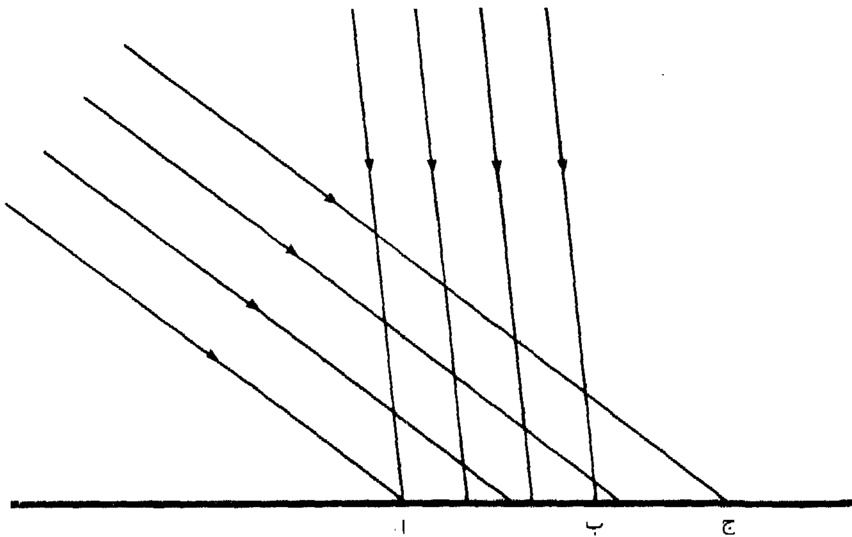
١٨,٥ ميلا في الثانية، وبسبب شكل المدار المذكور فان المسافة بين الارض والشمس تتغير بمقدار ٣ مليون ميل عن متوسط المسافة التي تبلغ ٩٢,٩ مليون ميل خلال السنة ، فتكون الارض اقرب ما تكون الى الشمس في يناير (٩١,٥ مليون ميل) وابعد ما تكون في يوليو (٩٤,٥ مليون ميل) ويميل محور الارض بزاوية قدرها ٦٦,٥° عن سطح المدار البيضاوي فيبلغ القطب الشمالي ذروة ميله نحو الشمس في يونيو كما يبلغ العكس في يناير ، وبسبب هذا الميل في محور الارض بالاضافة الى دوران الارض حول الشمس يطول النهار وترتفع الشمس خلال الصيف كما يقصر النهار وتنخفض الشمس خلال الشتاء وهذا هو السبب الرئيسي في وجود الفصول .

ظاهرة الفصول :

وترتبط هذه الظاهرة بدوران الارض حول الشمس ، ولكن يجب أخذ العلم أنه لو كان مستوى خط الاستواء للارض لا يختلف عن مستوى مدار الارض حول الشمس فان الاختلافات بين فصل وآخر ستكون طفيفة ، ففي الحضيض الشمسي Perihelion عندما يكون محور الارض في أقرب نقطة في مدار الارض حول الشمس فان اعظم كثافة لمجموع الاشعاع الشمسي سوف تستقبلها الارض ، اما في الاوج الشمسي Aphelion عندما يكون محور الارض في ابعد نقطة في مدار الارض حول الشمس فان أدنى كثافة لمجموع الاشعاع الشمسي سوف تستقبلها الارض . إلا أنه – لسبب آخر – فان هذا الاختلاف في كمية الاشعاع الشمسي الذي تستقبله الارض يكون صغير جدا خلال فصول السنة ، فبدراسة شكل (١) تتكشف اسباب حدوث ظاهرة الفصول ، ذلك أن مستوى خط الاستواء يميل بزاوية قدرها ٢٣,٥° عن مستوى مدار الارض حول الشمس وهذا يعني أن محور الارض يميل بزاوية قدرها أيضا ٢٣,٥° عن المحور المتعامد على مستوى مدار الارض حول الشمس ، وبناء على ذلك فان الانقلابين Solstices (أي الموضعين اللّذين يكون فيهما الميل تجاه الشمس) يكونان قريبان جدا من موضعي الحضيض الشمسي والاوج الشمسي . ويحدث الانقلاب الشتوي وهو الوقت الذي تكون فيه الشمس – بالنسبة لأفق الارض



شكل (١) دوران الارض حول الشمس وحدوث الفصول



شكل (٢) تنتشر أشعة الشمس المائلة خلال فصل الشتاء فوق مساحة من الارض (أج) أكبر من الأشعة الرأسية خلال فصل الصيف (أب) .

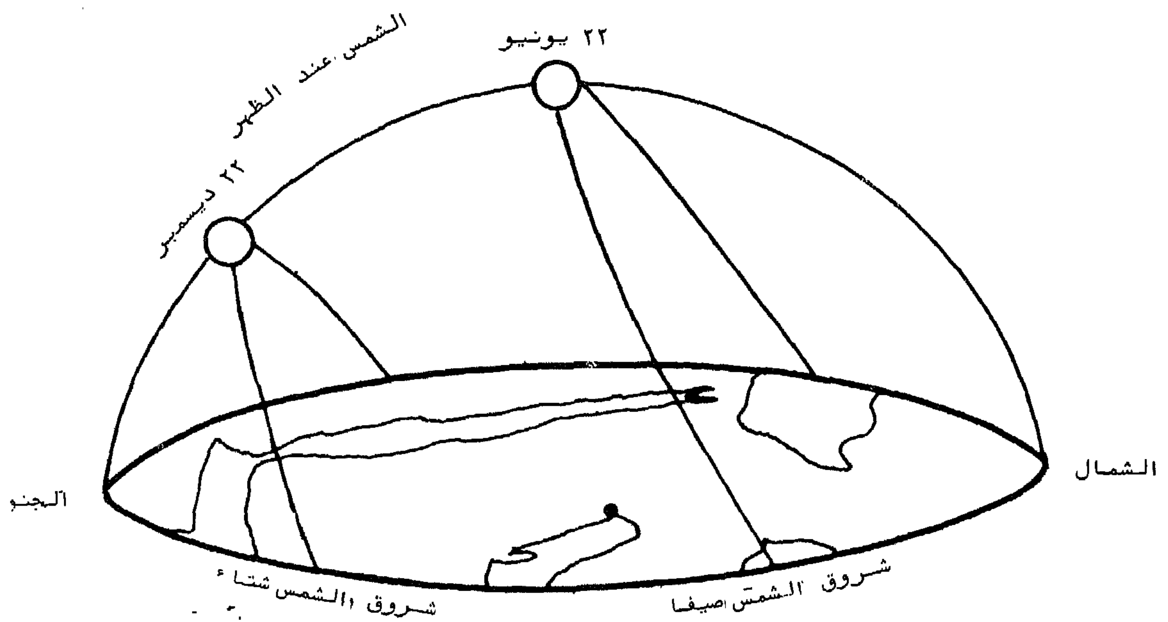
الجنوبي ظهرا – أكثر جنوبا قبل ايام قليلة من حدوث الحضيض الشمسي . (لاحظ ان الارض أقرب ما تكون الى الشمس خلال الشتاء في نصف الكرة الشمالي) وفي ذلك التاريخ تكون الشمس عمودية تماما عند الظهر فوق خط العرض ٢٣,٥° جنوبا ، ويحدث الانقلاب الصيفي وهو الوقت الذي تكون فيه الشمس – بالنسبة لافق الارض الجنوبي ظهرا – اكثر شمالا قبل ايام قليلة فقط من حدوث الاوج الشمسي ، وفي ذلك التاريخ تكون الشمس عمودية تماما عند الظهر فوق خط العرض ٢٣,٥° شمالا ، وعلى نقطتين في منتصف المدار البيضاوي بين الانقلابين الشتوي والصيفي فان الاشعاع الشمسي يقع عموديا على مستوى ميل محور الارض ولذلك فان الشمس تسطع لمدة متساوية في نصفي الكرة : الشمالي والجنوبي ، وهذان هما الاعتدالين الربيعي Vernal equinox والاعتدال الخريفي Autumnal Equinox والتواريخ التقريبية لهذه المو اضع الهامة كما يلي : الاعتدال الربيعي ٢١ مارس ، والانقلاب الصيفي ٢٢ يونيو ، والاعتدال الخريفي ٢٣ سبتمبر ، والانقلاب الشتوي ٢٢ ديسمبر ، وتسمى الفترة من الاعتدال الربيعي الى الانقلاب الصيفي بالربيع وتسمى الفترة من الانقلاب الصيفي الى الاعتدال الخريفي بالصيف ، ويطلق الخريف على الفترة من الاعتدال الخريفي الى الانقلاب الشتوي ويستغرق الشتاء الفترة من الانقلاب الشتوي الى الاعتدال الربيعي ، إلا أنه بالنظر في سجلات الطقس فانه يتبين أن ليس لهذه التواريخ الا معان عامة لظهور أثر الطقس وما يتعلق به من ظواهر جوية .

مدة وشدة سطوع الشمس :

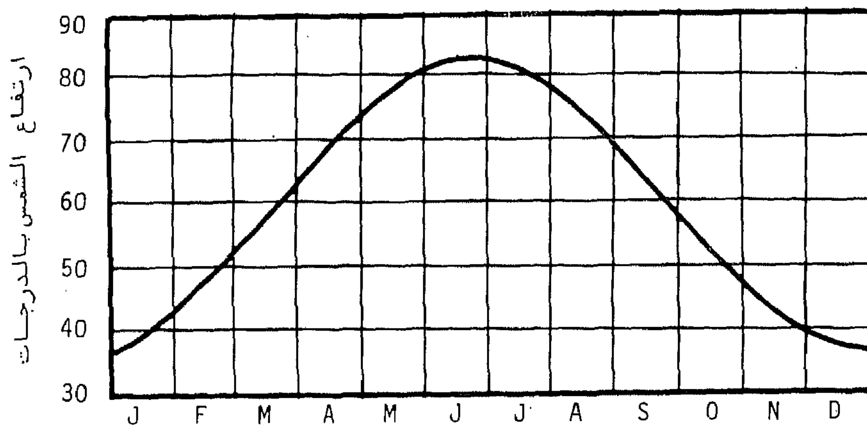
يتوقف طول أو قصر النهار لخط عرض معين على درجة ارتفاع او انخفاض شمس الهاجره (خط الزوال) فوق الأفق الجنوبي في نصف الكرة الشمالي ، وفوق الافق الشمالي في نصف الكرة الجنوبي ، وهكذا ترتفع درجة الحرارة في عروضنا خلال فصل الصيف ليس فقط بسبب كون أشعة الشمس أقرب إلى أن تكون فوق الرأس ولذلك يكون الاشعاع أشد كثافة فوق سطح الارض . وانما لأنها تسطع لمدد أطول. ويبين شكلي (٢) و (٣) هذين السببين ، فيمثل

- شكل (٢) حزمة من شعاع الشمس ذات كمية محددة من الطاقة ، وحيث ان هذه الاشعة تصل الى الارض مائلة ، كما هو الحال خلال فصل الشتاء ، فان الطاقة تتوزع على مساحة يبلغ عرضها المسافة بين أ و جـ ، أما خلال فصل الصيف ، عندما تكون الشمس فوق الرأس تقريبا فان هذه الكمية المحددة من الاشعة تنحصر فوق المساحة التي يبلغ عرضها من أ إلى ب ، والتي يلاحظ أنها أصغر بشكل بيّن من أ جـ . وبمعنى آخر فان الطاقة تتركز ولذلك فان شدتها تكون اعظم خلال فصل الصيف . أما شكل (٣) فيصور توقف طول النهار على مقدار زاوية القوس الذي يشكل المسار الظاهري لحركة الشمس عبر السماء ، فخلال فصل الشتاء يكون القوس الذي ترسمه حركة الشمس الظاهرية أقل من ذلك الذي يحدث خلال فصل الصيف ، ويبين شكل (٤) القيم التقريبية لزاوية ارتفاع شمس الظهيرة في الكويت مأخوذة لليوم الحادي والعشرين من كل شهر وموصولة بخط منحني .

ويفيد هذا المنحنى في بيان مدى تفاوت ارتفاع زاوية شمس الظهيرة ، ففي نصف الكرة الشمالي ، وحوالي الاعتدال الربيعي تأخذ الشمس بسرعة في احراز موضع أعلى وأعلى لموضع شمس الظهيرة في نصف الكرة الشمالي ، ولكن باقتراب فصل الصيف فانها لا تغير من ارتفاعها كثيرا من يوم لآخر . ويحدث عكس هذا الأمر حوالي الاعتدال الخريفي ، أما في منتصف الشتاء ، ومنتصف الصيف فان التغير من يوم لآخر يكون طفيفا نسبيا ، وتراوح الشمس في أدنى موضع شتوي أو اعلى موضع صيفي لفترة قبل أن تبدأ في صعودها أو هبوطها الظاهري ، وهذا الامر جدّ مهم في دراسة علم الارصاد الجوية ، ففي المكان الاول يظهر سبب كون فصلي الربيع والخريف فصلين انتقاليين يتوسطان الفصلين الاكبر ثباتا ، الشتاء والصيف ، وفي المكان الثاني فان التسخين الربيعي والتبريد الخريفي يدّعمان عن طريق مدى التغير الاسرع في ارتفاع شمس الظهيرة خلال السنه .



شكل (٣) اعتماد التفاوت الفصلي لطول النهار على مقدار حجم القوس الذي تصنعه الشمس في مسارها الظاهري عبر السماء .

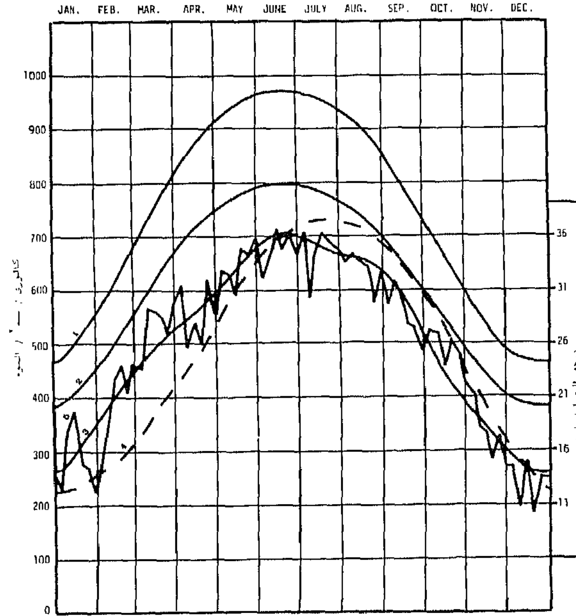


شكل (٤) زاوية ارتفاع شمس الظهيرة في الكويت (خط عرض ٣٠ شمالا) عبر شهور السنة .

الاشـــــعاع الشمسي :

قياس الاشعاع الشمسي :

تصل طاقة الشمس الينا عن طريق الاشعاع ويقوم الغلاف الجوي عادة بامتصاص جزء من هذا الاشعاع قبل وصوله الينا ، ومن الجدير بالذكر ان بعض هذا الاشعاع الشمسي يصل الينا بطريق غير مباشر ، عبر السماء ، فلو وجهت اجهزة قياس الاشعاع الى جزء من السماء بعيدا عن الشمس فانه يمكن تسجيل كمية لا يستهان بها من الطاقة الشمسية القادمة ، وهو ما يعرف باشعاع السماء ، وهو جزء من الاشعاع الشمسي المتجه الى الارض بعد تشتته في جميع الاتجاهات عن طريق اجزاء الهواء وعن طريق جزيئات السديم الدقيقة والمشابهة للغبار والمعلقة في الغلاف الجوي ، ولما كانت ظاهرة التشتت تحدث بسبب وجود الغلاف الجوي فانها بناء على ذلك لا تلاحظ خارج هذا الغلاف .



شكل (٥) التفاوت السنوي للاشعاع الشمسي ودرجة الحرارة في الكويت .

جدول (١) المتوسطات الشهرية والسنوية والقيم المتطرفة للاشعاع الشمسي (الشمس + السماء) في مطار الكويت الدولي .

الفترة . ٧٥ ١٩٧٩

	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	السنة
المتوسط	٢٩٣	٤١٠	٤٩٥	٥٤٥	٦٢٣	٦٨٢	٦٦٧	٦٦١	٥٨٥	٤٤٦	٣٤٤	٢٧٧	٥٠٢
اكبر كمية يومية	٤٥٢	٥٨٢	٦٦٣	٧٢٠	٧٦٧	٨٣٤	٧٨٠	٧٦٢	٦٩٣	٦٣٤	٤٥٨	٤٠٣	٨٣٤
ادنى كمية يومية	٢٣	٦١	٨٢	٦٩	٢٥٦	٣٣٧	٣٠٩	٣٩٣	٣٩٣	٤٨	٥٧	٤٦	٢٣

ويهم معظم دراسات الاشعاع الشمسي بمجموع الاشعاع — يعني اشعاع الشمس المباشر بالاضافة الى اشعاع السماء — ويهتم علم الارصاد الجوية بما يسمى بالاشعاع الشمسي الواصل للارض Insolation ، والذي يعتمد قدره على الثابت الشمسي Solar constant ، وعلى المسافة بين الأرض والشمس ، وعلى ميل اشعة الشمس وعلى مقدار الكمية التي تفقدها هذه الاشعة لدى مرورها بالغلاف الجوي ، ويبين شكل (٥) المجاميع اليومية للاشعاع الشمسي على سطح افقي في الكويت تحت ظروف السماء المختلفة ، كما يبين المتوسط اليومي لدرجة حرارة الهواء ، فيمثل المنحنى (١) الاشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي فوق الكويت ، بينما يمثل المنحنى (٢) مجموع الاشعاع الشمسي الواصل للارض في الكويت عندما تكون السماء صحوا ، كما يمثل المنحنى (٣) نفس الاشعاع الشمسي الواصل ولكن حسب الحالة الفعلية للسماء ، وسوف يلاحظ من الشكل المذكور ان المنحنى (١) يتماثل مع الانقلابيين الشتوي والصيفي ، ولكن المنحنى (٤) الذي يمثل المتوسط اليومي لدرجة الحرارة يبين التلكؤ الفصلي المعتاد ، ويمثل الخط الاسود الغير منتظم (٥) متوسط مجموع الاشعاع الشمسي الفعلي لكل خمسة أيام في الكويت خلال عام ١٩٧٥ وقد أثبت هنا ليبين عدم الانتظام الكبير في كمية الاشعاع المستقبل من أسبوع لآخر ، اما المنحنيات الأخرى فانها انسيابية لأنها تمثل المتوسطات .

ويبلغ متوسط مجموع الاشعاع الشمسي السنوي في الكويت ٥٠٢ كالوري[١] /سم٢ في اليوم إلا أنه قد يرتفع خلال يونيو الى ٨٣٤ كما قد ينخفض خلال يناير الى ٢٣ كالوري /سم٢ في اليوم .

الثابت الشمسي :

هو مقدار الاشعاع الشمسي الذي يستقبل خارج الغلاف الجوي للارض على سطح تسقط عليه أشعة الشمس بشكل عمودي ، وبحيث يقع هذا السطح على متوسط بعد الارض عن الشمس وقد اجريت رصدات عديدة خلال أجيال متعاقبة منذ ١٩٠٢ بواسطة مؤسسة سمثونيان الامريكية Smithsonian Institution من أجل تحديد مقدار الثابت الشمسي وكانت النتيجة — الغير مؤكده والغير نهائية — هي : ١,٩٤ أو ١,٩٥ جرام — كالوري على السم٢ في الدقيقة . ومن الجدير بالذكر ان هذه الارقام ترجع الى مطلع القرن الحالي ، اما الرصدات المعاصرة للاشعة تحت الحمراء Infrared والاشعة فوق البنفسجية Ultraviolet — التي هي اجزاء من الطيف الشمسي — فانها توحي بمقدار حوالي ٢,٠٠ جرام — كالوري على السم٢ في الدقيقة . ويعادل هذا ما قوته نصف مليون حصان في الميل المربع الواحد ، ويوجد اهتمام كبير بتفاوت طفيف مقداره (٢ — ٣ في المائة) في قيمة الثابت الشمسي إلا أن تثبيت هذا التفاوت لم يؤكد بعد ، ولكن من المسلم به عموما أنه لا يوجد تفاوت حاد في الثابت الشمسي وان الحد الأعلى لمثل هذا التفاوت هو حوالي ٠,١٪ .

الاستنزاف :

يبلغ متوسط الاشعاع الشمسي العمودي خارج الغلاف الجوي للارض ٢ جرام — كالوري على السم٢ في الدقيقة كما تقدم ، اما على سطح الأرض فان كمية الاشعاع الشمسي القابلة للامتصاص تقل كثيرا بسبب عدم كون الأشعة

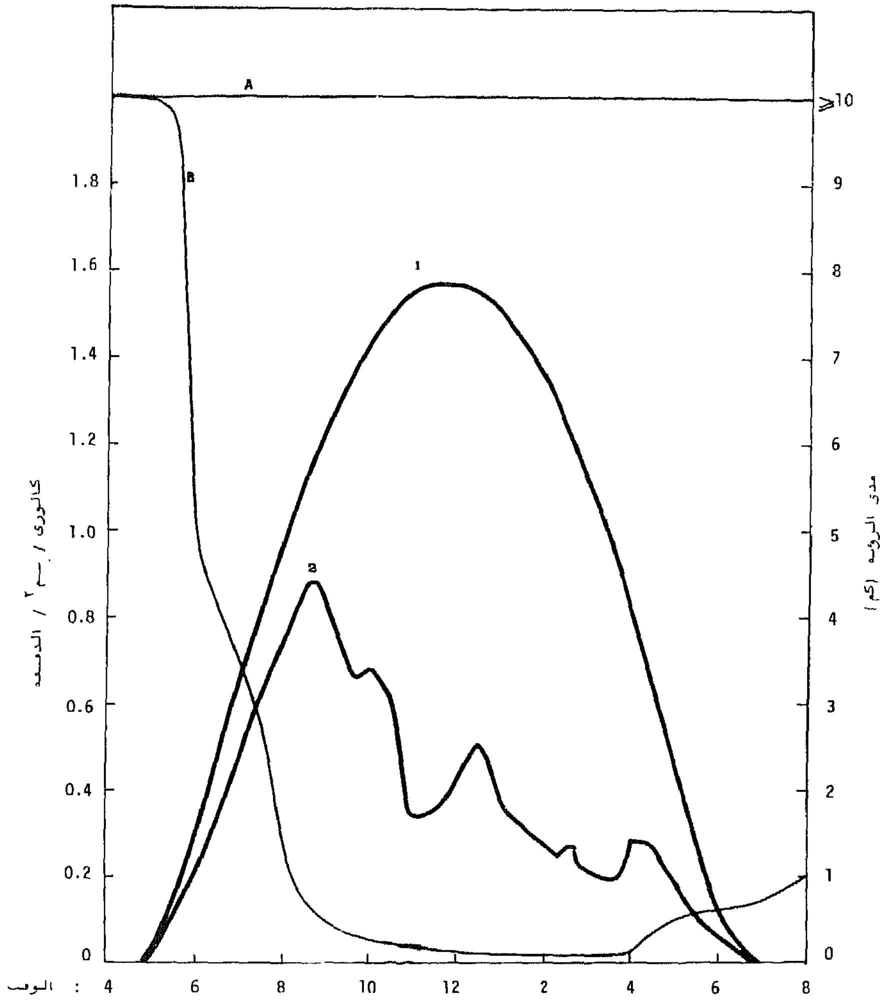
---

(١) الكالوري (أو الجرام — كالوري) وحدة تسخين ، ويعرف بانه التسخين الذي يحتاجه جرام واحد من الماء لترتفع درجة حرارته درجة مئوية واحدة .

عمودية إلا على نقطة واحدة تقع ضمن النطاق المداري في أي وقت من السنة، وبسبب آخر وهو استنزاف جزء معتبر من الاشعاع الشمسي اثناء مروره بالغلاف الجوي لما يتضمنه هذا الغلاف من سحب وسديم فينتج هذا الاستنزاف عن طريق امتصاص ذرات الهواء وعن طريق تشتيت جزيئات السديم لهذه الأشعة في كل اتجاه ، وهي ظاهرة ملحوظة تماما في المناطق المدارية وشبه المدارية والمناطق المحاذية الغنية بالاشعاع والتي تصل فيها سماكة طبقة السديم إلى ٣ ــ ٤ كم ، وتقوم طبقة السديم بتشتيت ما متوسطه ١٨٪ من أشعة الشمس ، ومن هذه الكمية الأخيرة يصل الى الارض ١١٪ فقط بينما يتشتت ٧٪ منها تجاه السماء مرة أخرى ، ويعتمد قدر الاستنزاف على طول مسار الاشعاع (ويتوقف هذا على خط العرض والتاريخ والوقت وعلى طبيعة وكمية مكونات الغلاف الجوي من حيث تجاوبها مع الامتصاص والانعكاس والتشتيت) . وعندما تكون السماء صافية فان ٨٠ ــ ٨٥٪ من الاشعاع الشمسي الساقط على خارج الغلاف الجوي يصل الى الأرض ولكن عندما تكون السماء غائمة تماما فانه لا ينفذ الى سطح الأرض سوى ٢٨٪ من ذلك الاشعاع بصورة مشتته .

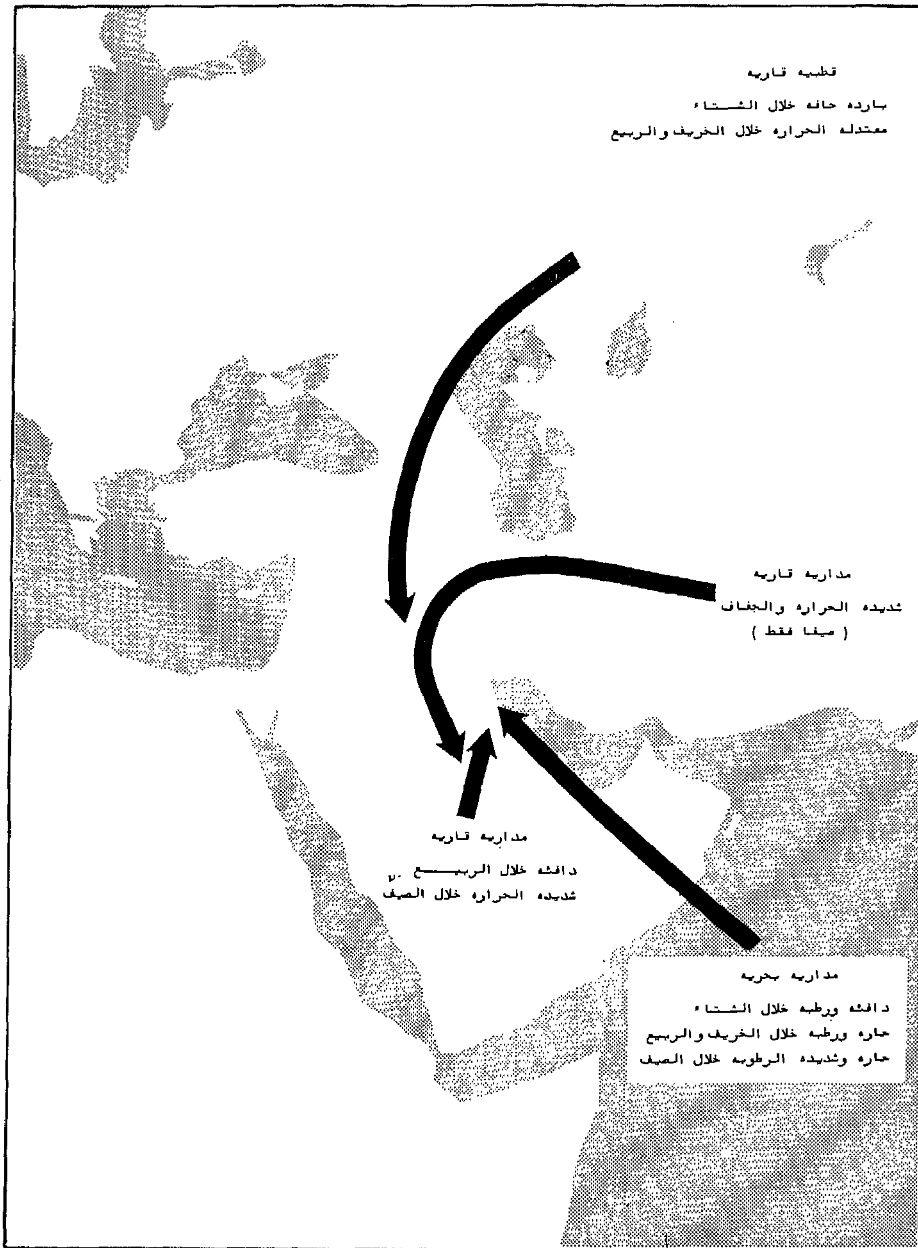
الاستنزاف اثناء العواصف الترابيــــة :

وخلال العواصف الترابية يتأثر الاشعاع الشمسي بطبقة الغبار الكثيفة التي تغطي المنطقة فيعمل السطح العلوي لها على عكس جزء كبير من الاشعاع الشمسي المباشر تجاه الفضاء الخارجي ويعيق من وصول الاشعاع الشمسي المباشر إلى سطح الارض،ولا يصل من مجموع الاشعاع الشمسي الى سطح الارض سوى ٦٧٪ خلال العواصف الترابية المعتدلة و ٣٩ / خلال العواصف الترابية الشديدة وذلك على وجه التقريب .



شكل (٦) استنزاف الاشعاع الشمسي أثناء عبوره للغلاف الجوي في الكويت خلال فصل الصيف . يبين المنحني (١) اكبر كمية فعلية للاشعاع الشمسي أثناء السماء الصافية كما يبين المنحني (A) مدى الرؤية السائدة والذي يزيد عن ١٠كم أما المنحني (2) فيمثل تأثر الاشعاع الشمسي بالعواصف الترابية العنيفة كما يبين المنحني (B) مدى الرؤية السائدة والذي كان بحدود ١٠٠ متر معظم وقت الظهيرة .

٣ ـ الكتل الهوائيـــة المؤثرة في مناخ الكويـــــت



شكل (٧) مصادر الكتل الهوائية التي تغزو الكويت خلال فصول السنة المختلفة .

الكتل الهوائيـــة المؤثرة في مناخ الكويت (١)

يخضع مناخ الكويت لتأثير ثلاثة أنواع رئيسية من الكتل الهوائية التي تصل منها تيارات هوائية ذات صفات خاصة (شكل ٧) وهي :

١ – تيارات مداريه بحرية مصدرها الكتل المداريه البحرية فوق المحيـــط الهندي وبحر العرب والخليج العربي ، وتصل هذه التيارات الى الكويت خلال فصول الشتاء والربيع والخريف عندما تتأثر البلاد بمنخفض جوي مما يؤدي الى انجذاب هذه الكتل الجنوبية نحو مركز المنخفض ، شكل (٨) وهي تكون دافئة خلال فصل الشتاء ولكن حاره خلال فصلي الربيع والخريف . وخلال فصل الصيف تكون كتلة الخليج العربي حاره ورطبه للغايه وهي تهب على البلاد عندما يتواجد منخفض حراري فوق وسط شبه الجزيرة العربية أو عندما يمتد مرتفع قزوين الى أطراف الخليج العربي الشمالية ، شكل (٩) .

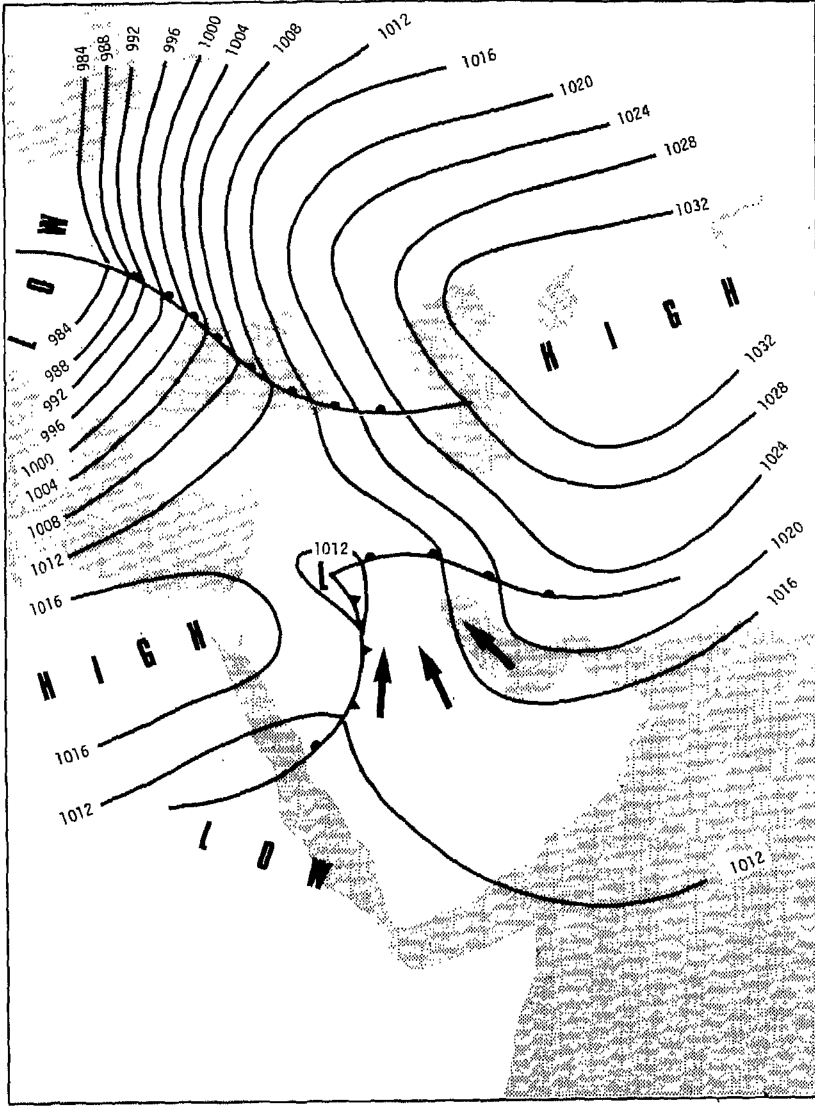
٢ – تيارات قطبيه قاريه بارده الى شديدة البرودة مصدرها الكتلة الهوائية القاريه الآسيوية ذات الضغط المرتفع وامتداداتها فوق ايران وتركيا . وهي تصل الى الكويت خلال فصل الشتاء مارة بايران ثم غربا الى العراق ثم جنوبا الى الكويت حيث تصل على شكل تيار هوائي شمالي غربي

---

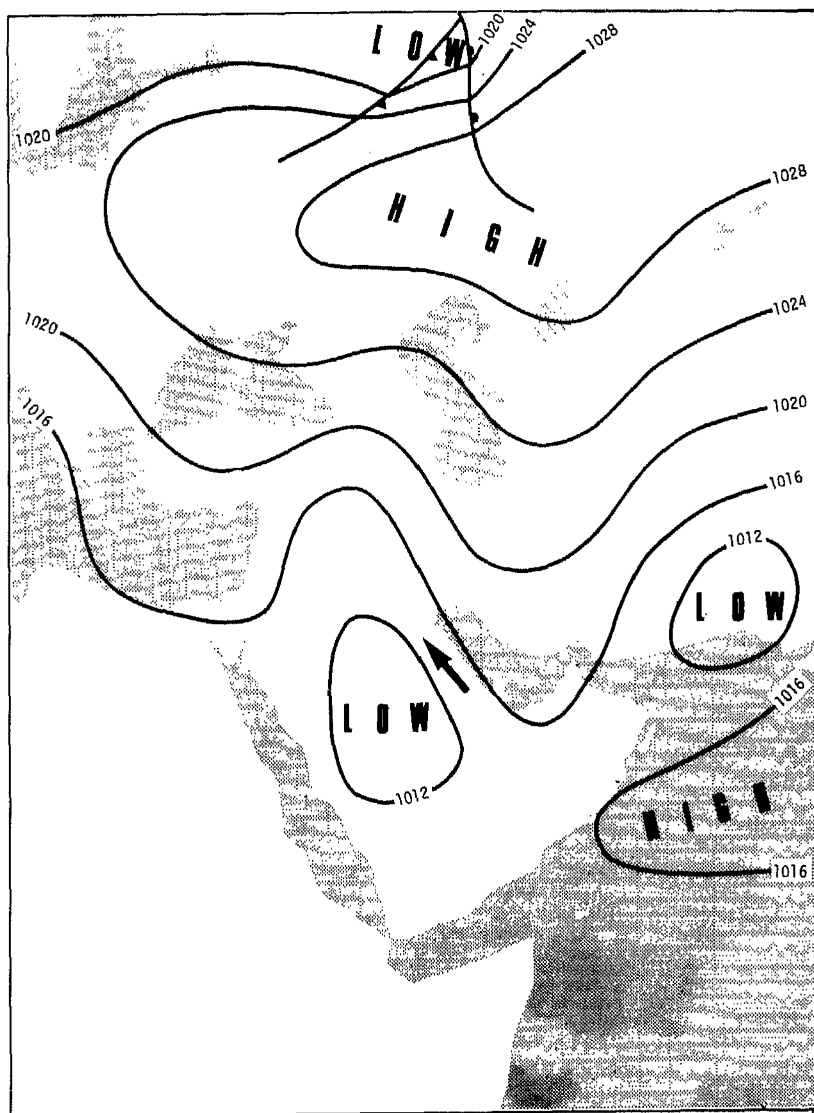
(١) عندما يبقى الهواء اياما عديدة فوق مساحة معينة من سطح الارض فانه يكتسب تدريجيا خصائص ذلك السطح ، فاذا كان السطح دافئا ورطبا فان الهواء سوف يكون بالتالي دافئـــا ورطبا ، واذا كان السطح حارا وجافا فان الهواء سوف يكون حـــارا وجافا ، واذا كان السطح شديد الـــبرودة ومغطي بالثلج فان الهـــواء سوف يكون شديد البرودة شـــديد الجفـاف (لان الهواء البارد لا يستطيع استيعاب كمية كبيرة من الرطوبة) وهكذا . واذا كانت مساحة الارض المذكورة اعلاه كبيرة ، ١٠٠،٠٠٠ ميل٢ او اكبر ، فان جسم الهـــواء المتكون او الناشيء فوقها يسمى بـ « كتلة هوائية » ومن اهم الشروط التي يجب توافرهـا في الكتلة الهوائية ان تكون جميع اجزائها تقريبا متجانسـة خصوصـا في قطاعاتها الافقيـة وقد يزيد امتدادها الرأسي من ٣ كيلو مترات .

شديد البرودة وهي تهب في اعقاب المنخفضات الجوية وتبقى مسيطرة فوق معظم شبه الجزيرة العربية حتى يظهر منخفض جوي الى الغرب من البلاد شكل (١٠) .

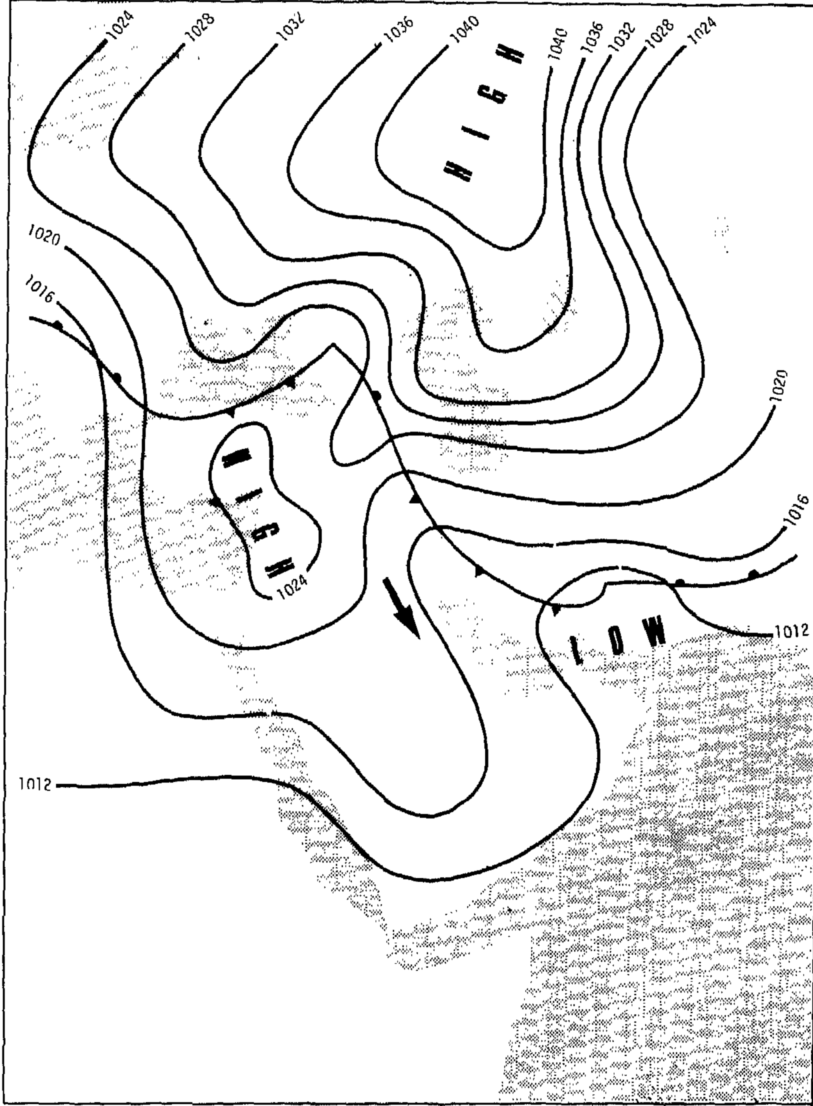
٣ – تيارات مداريه قاريه حاره شديدة الجفاف مصدرها الكتلة الهوائية المدارية التي تتكون في فصل الصيف فوق شمال غرب الهند وتتجه غربا فوق شمال ايران ثم تنحدر الى الجنوب الشرقي فوق سهول دجله والفرات فتصل الى الكويت على شكل تيار شمالي شكل (١١) ، اما خلال فصل الربيع فتهب على البلاد تيارات دافئة الى حارة من الجنوب الغربي في مقدمة المنخفضات الجوية ومصدرها الكتل الهوائية المداريه التي تتكون على صحراء شبه الجزيرة العربية ، شكل (١٢) .



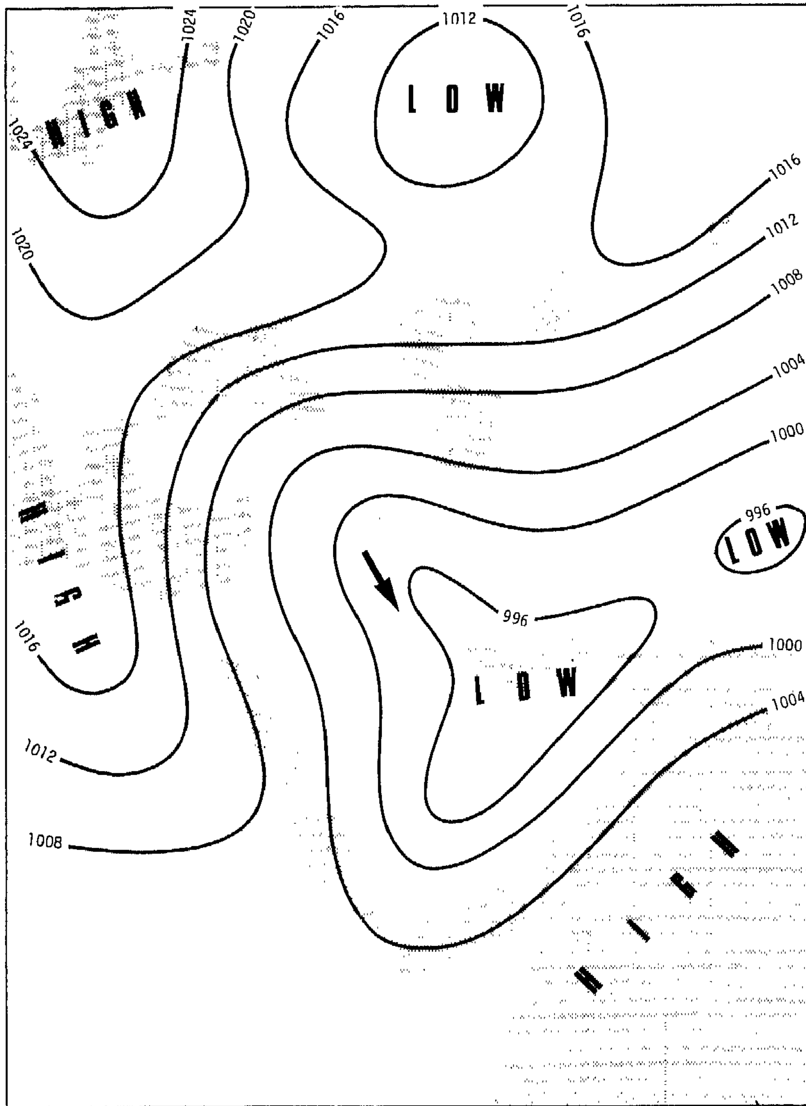
شكل (٨) خريطة الطقس الساعة ١٢٠٠ بتوقيت جرينيتش يوم ٢ ديسمبر ١٩٧٦ ويظهر عليها كتلة هوائية مدارية بحرية منجذبة نحو الشمال بتأثير منخفض جوي شمالي المسار .



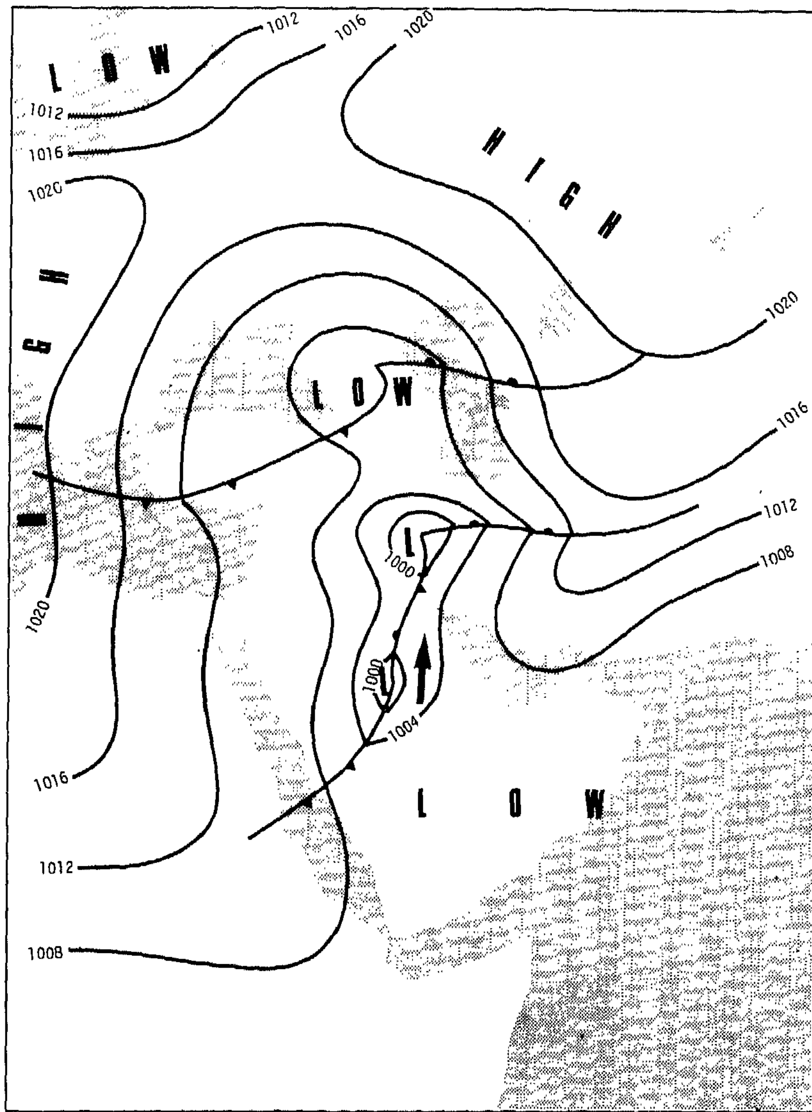
شكل (٩) يوم مرهق في شرق شبه الجزيرة العربية بسبب الطقس الحار الرطب الناتج عن هبوب الرياح الجنوبية الشرقية الرطبة بفعل المنخفض الحراري المهيمن ، خريطة الطقس الساعة ٠٦٠٠ بتوقيت جرينتش يوم ١٣ اكتوبر ١٩٧٧ .



شكل (١٠) كتلة هوائية قطبية قارية معتدلة تغطي معظم شبه الجزيرة العربية ، خريطة الطقس الساعة ١٢٠٠ بتوقيت جرينتش يوم ١٥ فبراير ١٩٧٦ .



شكل (١١) خريطة الطقس الساعة ٠٦٠٠ بتوقيت جرينتش يوم ١٣ أغسطس ١٩٧٣ ويظهر عليها منخفض الهند الموسمي برياحه الشمالية الغربية .



شكل (١٢) يوم شديد الحرارة في شمال شرق شبه الجزيرة العربية بسبب الرياح الجنوبية الغربية التي تهب في مقدمة المنخفضات الجوية . خريطة الطقس الساعة ٠٠٠٠ بتوقيت جرينتش يوم ١٨ أبــــــزيل ١٩٧٠ . .

٤ ـ مناخ الكويت خلال فصول السنة المختلفـــــة

منــاخ الكويت خلال فصول السنة

الشـــــــتاء

ديسمبر – فــــبراير

الطقس :

مناخ الكويت في هذا الفصل بارد وخاصة خلال الليل او عند اشتداد الرياح الشمالية الغربية الجافة الباردة القادمة من قلب آسيا (الشمال) باستثناء فترات فاصلة من الدفء تنتج عن هبوب الرياح الشرقية الرطبه (الكوس) ، الامطار في هذا الفصل تهطل غالبا بسبب عبور المنخفضات الجوية الغربية للبلاد وتكون مصحوبة بعواصف رعديه في بعضها ، قد تحدث العواصف الترابية عندما تتأثر البلاد بمنخفضات جوية عنيفه .

توزع الضغط الجـــوي (١) :

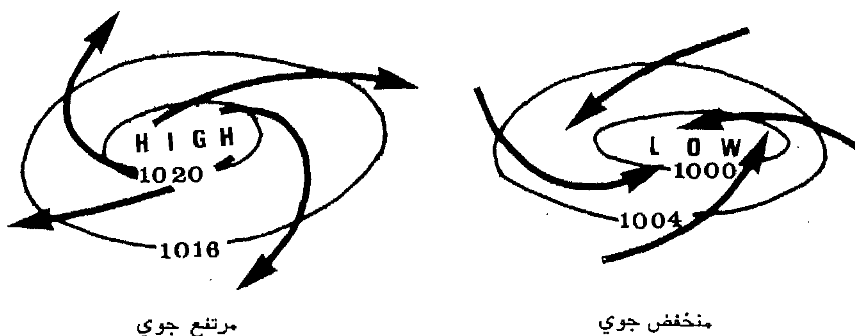
تؤدي شدة البرودة إلى تكون منطقة واسعة من الضغط الجوي المرتفع فوق وسط آسيا ويمتد من هذه المنطقة ذراع ضخم من الضغط المرتفع ــ المعدل بعض الشيء ــ فوق جنوب غرب آسيا حيث يتركز فوق هضبة الاناضول

---

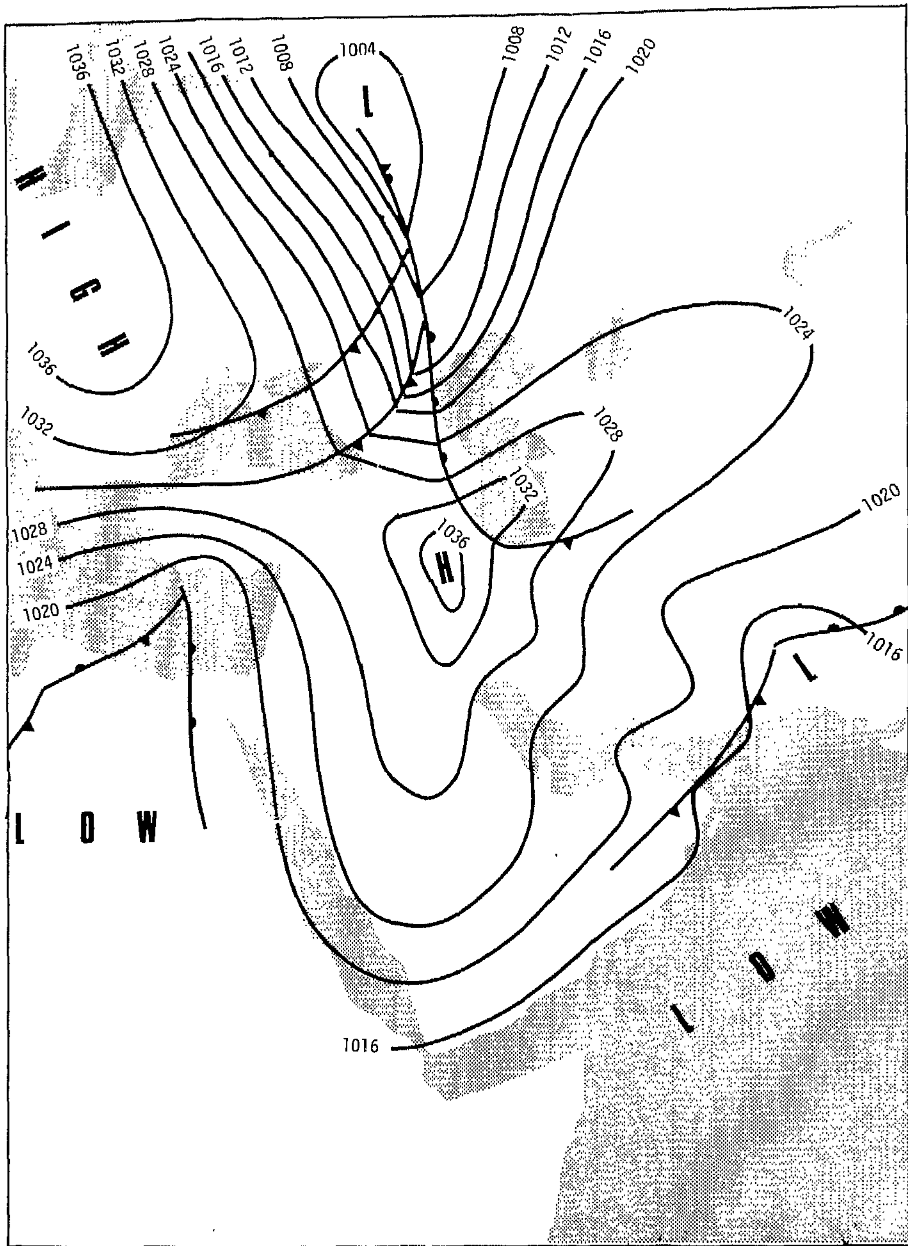
(١) تؤدي الاختلافات في درجة الحرارة في الاجزاء المختلفة من الارض الى تدرج في الضغط الجوي وينتج من هذا حركة الهواء فتهب الرياح من المناطق ذات الضغط المرتفع الى المناطق ذات الضغط المنخفض القريبة منها متبعة القاعدة التي وضعها بايزبالوت والتي تنص على انه اذا وقف شخص وكان ظهره مواجها للرياح فان الضغط المنخفض يكون على يساره في نصف الكرة الشمالي وعلى يمينه في نصف الكرة الجنوبي .

وتهب الرياح في نصف الكرة الشمالي حول مركز الضغط المنخفض باتجاه معاكس لاتجاه حركة عقارب الساعة ، كما انها تهب حول مركز الضغط المرتفع باتجاه مماثل لاتجاه حركة عقارب الساعة (شكل ١٣) وعند القيام برسم خرائط الطقس فان المتنبيء الجوي يقوم بايصال المناطق المتساوية في قيم الضغط الجوي بعضها ببعض بواسطة خطوط الضغط المتساوي . وبذلك يتمكن من تحديد المناطق التي يكون الضغط الجوي فيها مرتفعا والمناطق التي يكون فيها منخفضا ، ويؤدي هذا التحليل الى معرفة الرياح السائدة في وقت رسم الخريطة والرياح التي يتوقع هبوبها في الاوقات اللاحقة .

والهضبة الايرانية وشبه الجزيرة العربية ، اما الضغط الجوي المنخفض فـانه يستقر فوق المسطحات المائية الدافئة نسبيا في هذا الوقت من السنة وهي البحر الابيض المتوسط والبحر الاحمر وبحر العرب وخليج عـمان (شكل ١٤) .
ويؤثر المرتفع الجوي الآسيوي على البلاد تأثيرا مباشرا حيث تهيمن الرياح الشمالية الغربية التي تكون بين معتدلة ونشطة وتسود احوال الجفاف والبرودة وتصحو السماء ويرجع السبب في ذلك الى أن الهواء في المرتفع الجوي يهبط من أعلى إلى أسفل ولذلك فهو يضغط وترتفع درجة حرارته وهو بما يعرف بالتسخين الادياباتيكي أو الذاتي فيعمل على تبديد السحب ولكن هذه التدفئه لا تؤثر على درجة الحرارة السطحية لأنها تكون ضئيلة ، إلا أنه عندما يتطور منخفض جوي إلى الغرب من البلاد فان هذا اللسان يبدأ في التلاشي أو العوده الى أصوله شمالا وتؤدي امتدادات المنخفضات الجوية سواء التابعة للبحر الاحمر أو الابيض المتوسط الى هبوب الرياح الجنوبية الشرقية الدافئه والى تطور السحب وهطول المطر أحيانا .



شكل (١٣) تنتج الرياح عادة بسبب الاختلافات في كثافة الهواء التي تؤدي الى تفاوت في الضغط الجوي الافقي ، ففي المنخفض الجوي تهب الرياح السطحية منحرفة قليلا عبر خطوط الضغـط المتساوي تجاه المركز ، في حين تهب الرياح السطحية من مركز المرتفع الجوي منحرفة قليلا عبر خطوط الضغط المتساوي تجاه الخـارج .



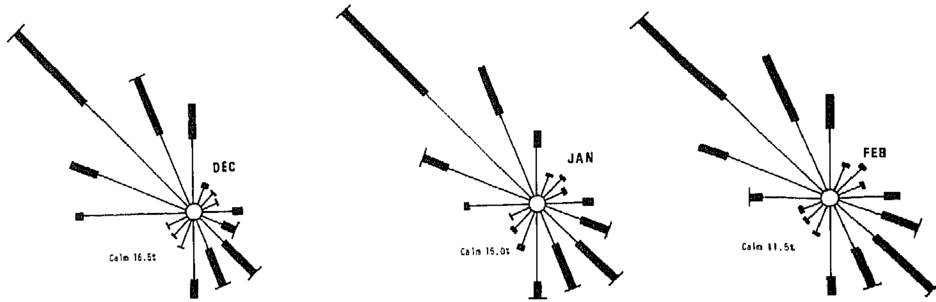
شكل (١٤) خريطة طقس نموذجية خلال فصل الشتاء .

المرتفع الجوي الحاجز :

ومن الملاحظ أنه في السنوات التي يكون فيها المرتفع الآسيوي قويا ومستقرا فوق سيبيريا شرقا فان امتداده يكون واضحا فوق ايران وبحر قزوين ويشكل ما يسمى بالمرتفع الجوي الحاجز Blocking High الذي يمنع المنخفضات الجوية الغربية من التحرك شرقا بالسرعة المعتادة ويجبرها على الاستقرار فوق شبه الجزيرة العربية لمدة قد تبلغ الاسبوع مما يؤدي الى غزارة الامطار وكثرة حدوث الظواهر الجوية العنيفة كالعواصف الرعدية والبرد والعواصف الترابية وقد حدث مثل هذا الوضع خلال الفترة من ١٨ – ٢٤ يناير ١٩٦٩ حيث استمر المنخفض الجوي المعقد (المتعدد المراكز) مؤثرا على البلاد طيلة هذه الفترة ، أما في في السنوات التي يكون فيها المرتفع الآسيوي ضعيفا ومبتعدا عن اصوله في سيبيريا ومتمركزا الى الغرب فوق اوروبا فقد لوحظ أن تكرار سيطرة اللسان الممتد منه فوق شبه الجزيرة العربية يكون كبيرا ويكون الطقس بالتالي جافا ومغبرا بوجه عام كما حدث في يناير ١٩٧١ ومن الجدير بالذكر ان المنخفضات الجوية تكون كثيرة التكرار في مثل هذا الشتاء الا أن مساراتها تكون بعيدة الى الشمال من البلاد مما يقلل من فرص الهطول ويزيد من فرص الغبار . ولان البلاد تتأثر خلال هذا الفصل بالمنخفضات الجوية فانه يجدر بالذكر ان منطقة البحر الابيض المتوسط (قبرص) واقليم البحر الاحمر يعتبران من المناطق الصالحة لنشأة وتطور المنخفضات الجوية التي سيأتي الحديث عنها فيما بعد .

الرياح الســـــائدة :

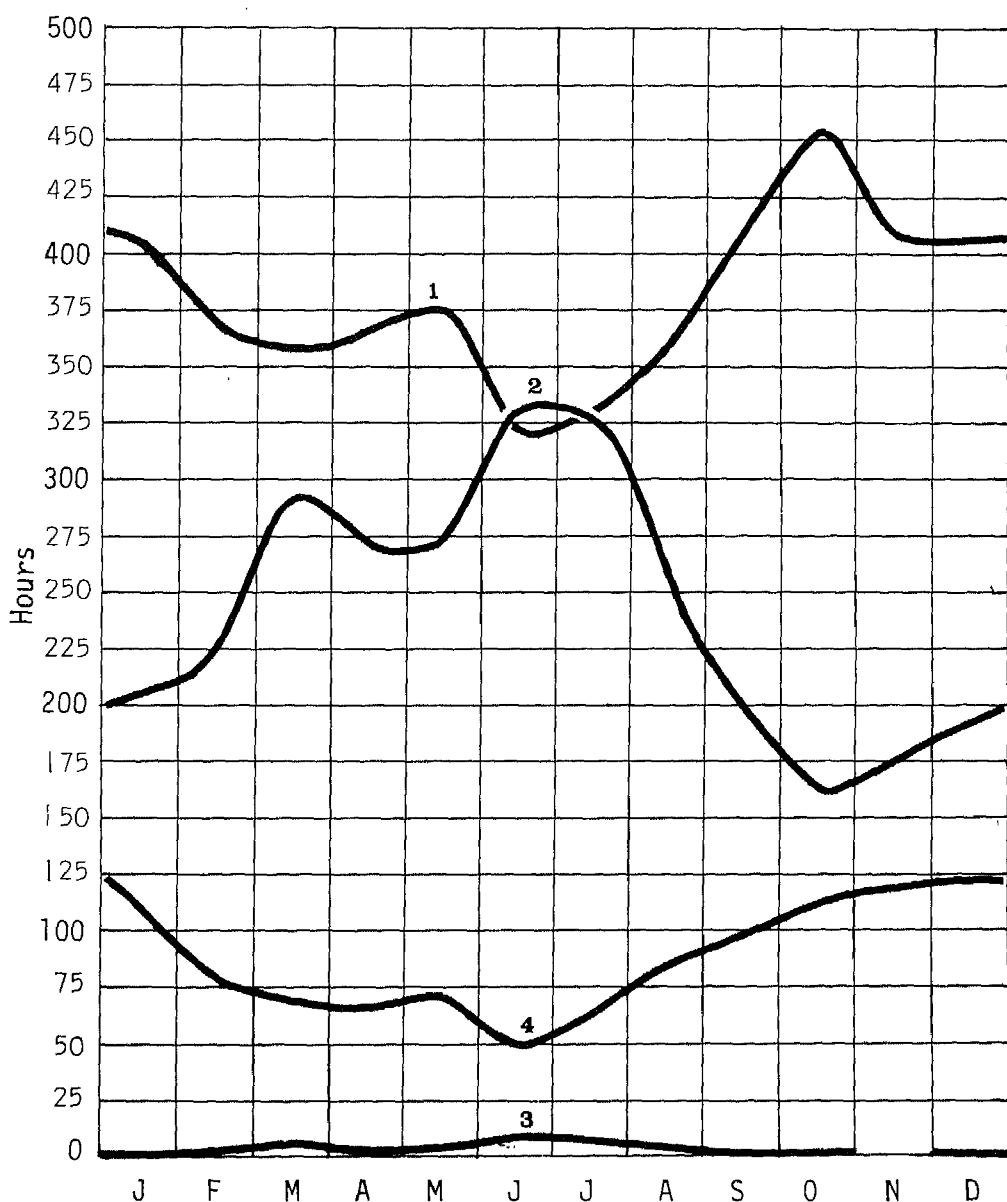
تبين مما تقدم أن البلاد تتأثر خلال فصل الشتاء بالمرتفع الجوي السيبيري وامتداده فوق شبه الجزيرة العربية من جهة وبالمنخفضات الجوية التي تعبر البلاد من الغرب الى الشرق من جهة أخرى ، وبالاضافة الى ذلك فان البلاد تتأثر أيضا بنسيم البر والبحر خلال الفترات التي يكون فيها منحدر الضغط الجوي طفيفا جدا بحيث لا يمكنه طمس الآثار المحلية لتوزع درجة الحرارة بين الخليج العربي واليابس المجاور الذي تمتد فوقه دولة الكويت .



شكل (١٥) الرياح السائدة خلال فصل الشتاء

والرياح السائدة خلال الفصل هي الرياح الشمالية الغربية حيث تسود لمدد تتراوح بين ١٢ و ١٧ يوما في المتوسط في كل شهر من شهور الفصل ، أما الرياح الجنوبية الشرقية فانها تسود لمدة تتراوح بين ٧ و ٨ أيام خلال الشهر ، وعادة تسود الرياح الجنوبية الشرقية لمدة خمسة او ستة ايام بسبب وجود منخفض جوي الى الشمال من البلاد ثم تسود بعد ذلك الرياح الشمالية الغربية في اعقاب المنخفض الجوي لمدة سبعة او ثمانية ايام أو اكثر تبعا لوضع الطقس ، ولذلك كلما كثر عدد المنخفضات الجوية خلال الفصل كلما زادت نسبة الايام التي تسود فيها الرياح الجنوبية الشرقية . وقد لوحظ ان أعلى سرعات الرياح المسجلة خلال هذا الفصل تكون غالبا من الاتجاه الجنوبي الشرقي وخاصة في ديسمبر حيث تبلغ النسبة ٨٨٪ من أعلى السرعات التي تهب من الاتجاهات الأخرى .

وبالنسبة للرياح الجنوبية الشرقية التي تسبق المنخفض الجوي خلال هذا الفصل فقد لوحظ انها غالبا ما تكون نشطة باستمرار خلال الليل والنهار وخاصة عندما يقترب مركز المنخفض الجوي العميق من الكويت .



شكل (١٦) التفاوت السنوي لحدوث اربع سرعات للرياح السطحية في مطار الكويت الدولي . يبين المنحني (١) الرياح الخفيفة (١ــ١٢ ميل / الساعة) في حين يمثل المنحني (٢) الرياح المتدلة الى القوية (١٣ــ٣١ ميل/الساعة) اما المنحني (٣) فيبين السرعات القريبة من العاصفة الى العاصفة القوية (٣٢ ــ ٥٤ ميل / الساعة) بينما يمثل المنحني (٤) الريا حالهادئة .

ومن الجدير بالذكر أن نسبة تكرار الهدوء تصل الى القمة خلال شهري ديسمبر ويناير في حين يظهر الفرق واضحا في نسبة تكرار الرياح المعتدلة الى القوية بين الصيف والشتاء . (شكل ١٦) .

درجة الحـــــرارة :

تنخفض درجة الحرارة خلال فصل الشتاء الى درجات قريبة من درجة التجمد أحيانا وخاصة خلال الليل ويرجع السبب في ذلك الى توفر الظروف المشجعة من كون الفصل شتاء والشمس منخفضة والليالي طويلة مما يزيد في كمية الحرارة التي تشعها الارض والسماء صافية ليس فيها غيوم مما يسهل الخسارة السريعة للحرارة والهواء شمالي غربي قطبي قاري بارد والغلاف الجوي هادىء والتضاريس منبسطة عموما وحوضية مقعرةفيبعض المناطق فتساعد على الاحتفاظ بالهواء الابرد فوقها .

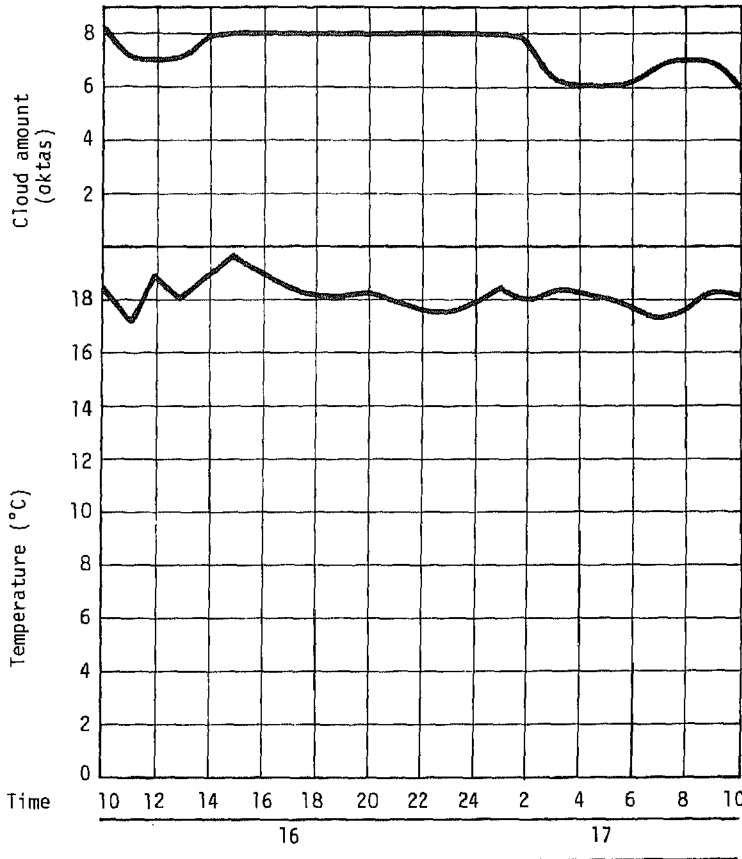
إلا أنه يجب أن يعلم أن الهواء المداري الجنوبي الرطب والسماء الغائمة يؤديان الى رفع الحرارة الصغرى والى خفض الحرارة العظمى والى جعل المدى الحراري صغيرا ، شكل (١٧) .

ومن الجدير بالذكر ان الاقليم اجمع يكون عرضة خلال هذا الفصل لأن تكتسحه الموجات الباردة التي تزحف من الشمال في اعقاب المنخفضات الجوية المتسعه والعميقة .

وتسجل ادنى درجات الحراره الصغرى وكذلك ادنى متوسطاتها اليومية خلال شهور الشتاء حيث يبلغ المتوسط اليومي لدرجة الحرارة الصغرى لشهر يناير ٧,٩° وحيث يبلغ المتوسط الشهري لدرجة الحرارة الصغرى (١) هـــذا

---

(١) متوسط درجة الحرارة الصغرى الشهري هو متوسط يحسب باخذ ادنى درجة حـــرارة خلال شهر معين لسنوات عديدة للشهر نفسه ، مثال : متوسط ادنى درجات حرارة سجلت خلال شهر يناير للسنوات من ١٩٥٨ – ١٩٧٢ هو : (١ر٠+٨ر٢+٧ر١+٣ر٢+٦ر٥+٠ر٦+ (–٠ر٤) +٨ر٠ +١ر٢ +٣ر٢ +٠ر٤ +٠ر٣ +٥ر٤ +٦ر١) ÷ ١٥=٢ر٢ م ٠
وبنفس الطريقة بحسب متوسط درجة الحرارة العظمى الشـــهري ٠



شكل (١٧) تسجيلات تخطيطية تبين تاثير السحب على درجة الحـــرارة الصغرى في مطار الكويت الدولي يوم ١٧ يناير ١٩٧٩ .

الشهر ٢,٢° وقد تهبط درجة الحرارة الصغرى خلال أي من شهور الفصل الى ما دون الصفر المئوي .

وأدنى درجة حرارة سجلت في الكويت كانت ـ ٦° م بتاريخ ٢٠ يناير ١٩٦٤ في العمريه . ويزيد من انخفاض درجة الحرارة وحدوث الصقيع ذلك الاشعاع الأرضي الضخم الذي يحدث ليلا عندما تكون المنطقة واقعة تحت مركز

أو امتداد للضغط الجوي المرتفع بسبب صفاء السماء وجفاف الهواء وكون التربة عارية من النباتات أو المزروعات .

وخلال الفترة من ١٩٥٨ إلى ١٩٧٩ انخفضت درجة الحرارة الى صفر أو أقل خلال ٨ أيام في ديسمبر و١٠ ايام في يناير ويومين في فبراير ، ولكن يلاحظ أن درجة الحرارة قد ترتفع كثيرا عن معدلها خلال هذا الفصل بسبب هيمنة الرياح الجنوبية الشرقية الدافئة وقد يصل الفرق بين درجة الحرارة العظمى لليوم وبين المعدل اكثر من ١٠ درجات . كما حدث يوم ٢٨ فبراير ١٩٦٩ حيث بلغت درجة الحرارة العظمى ٣٥,٨°م (١١,٧°م فوق المعدل) كما يلاحظ أن درجة الحرارة الصغرى قد ترتفع ارتفاعا ملحوظا للسبب نفسه وخاصة عندما تكون الرياح السائدة جنوبية شرقية وتتغطى السماء ليلا بالغيوم المنخفضة مما يحصر حرارة النهار التي تشعها الأرض في طبقة هوائية قليلة الارتفاع .

وعلى وجه العموم فان درجة الحرارة تكون معتدلة خلال الثلث الاول من ديسمبر حيث يصل متوسط درجة الحرارة العظمى الى ٢٣°م وينخفض معدل الحرارة الصغرى الى ١١°م ، ولكن اعتبارا من ١٢ ديسمبر وحتى ١٥ فبراير بوجه عام فان الطقس يكون باردا حيث يتراوح متوسط درجة الحرارة بين ١٩°م للعظمى و ٨°م للصغرى ،أما خلال الفترة من ١٦ فبراير فان الطقس يميل الى الاعتدال شيئا فشيئا حيث يصل معدل درجة الحرارة العظمى الى ٢٢°م كما يبلغ معدل الصغرى ١٠°م بوجه عام .

أسباب قارية المناخ في الكويت :

مع أن الكويت تقع على شاطىء الخليج العربي إلا أن مظاهر المناخ القاري تبرز بوضوح ويمكن تلخيصها فيما يلي :

١ — شدة برودة الشتاء وشدة حرارة الصيف .

٢ — كبر المدى الحراري اليومي والسنوي .

ويرجع السبب في ذلك الى تأثر التطرف في درجة الحرارة في البلاد بالرياح الشمالية الغربية التي لا تخضع لتأثير الخليج العربي ، ففي فصل الشتاء تأتي الرياح الشديدة البرودة من الشمال الغربي وهي من لحظة انطلاقها من وسط آسيا لا تمر بمسطحات مائية حتى تصل الى البلاد ولذلك فانها تحتفظ بقاريتها حتى تصل الى مياه الخليج العربي ، ولو كان الخليج يقع الى الشمال الغربي من البلاد لاختلف الامر تماما ولكانت الرياح الشمالية الغربية معتدلة الحرارة خلال فصل الشتاء كما يحدث في دولة الامارات العربية المتحدة .

أما خلال فصل الصيف فان الرياح الشمالية الغربية تحتفظ أيضا بقاريتها وجفافها وارتفاع حرارتها لأنها لا تمر بمسطحات مائية ولإنها أيضا تنضغط بعد هبوطها من جبال زاغروس نحو العراق فترتفع درجة حرارتها ، ولذلك فان درجة الحرارة ترتفع خلالها الى قيم عاليه جدا بعكس الحال في الرياح الجنوبية الشرقية الرطبة التي وان كانت تأتي من مناطق تتعامد عليها الشمس فان درجة الحرارة فيها تكون أخفض من تلك المصاحبة للرياح الشمالية الغربية وان كانت نسبة الرطوبة فيها عالية جدا مما يجعلها مرهقه ومهما يكن فان المناطق الساحلية في الكويت تتمتع ببعض الدفء شتاء بسبب قربها من الشاطىء وانخفاض مدى الاشعاع الارضي الليلي فوقها .

الربيـــــع

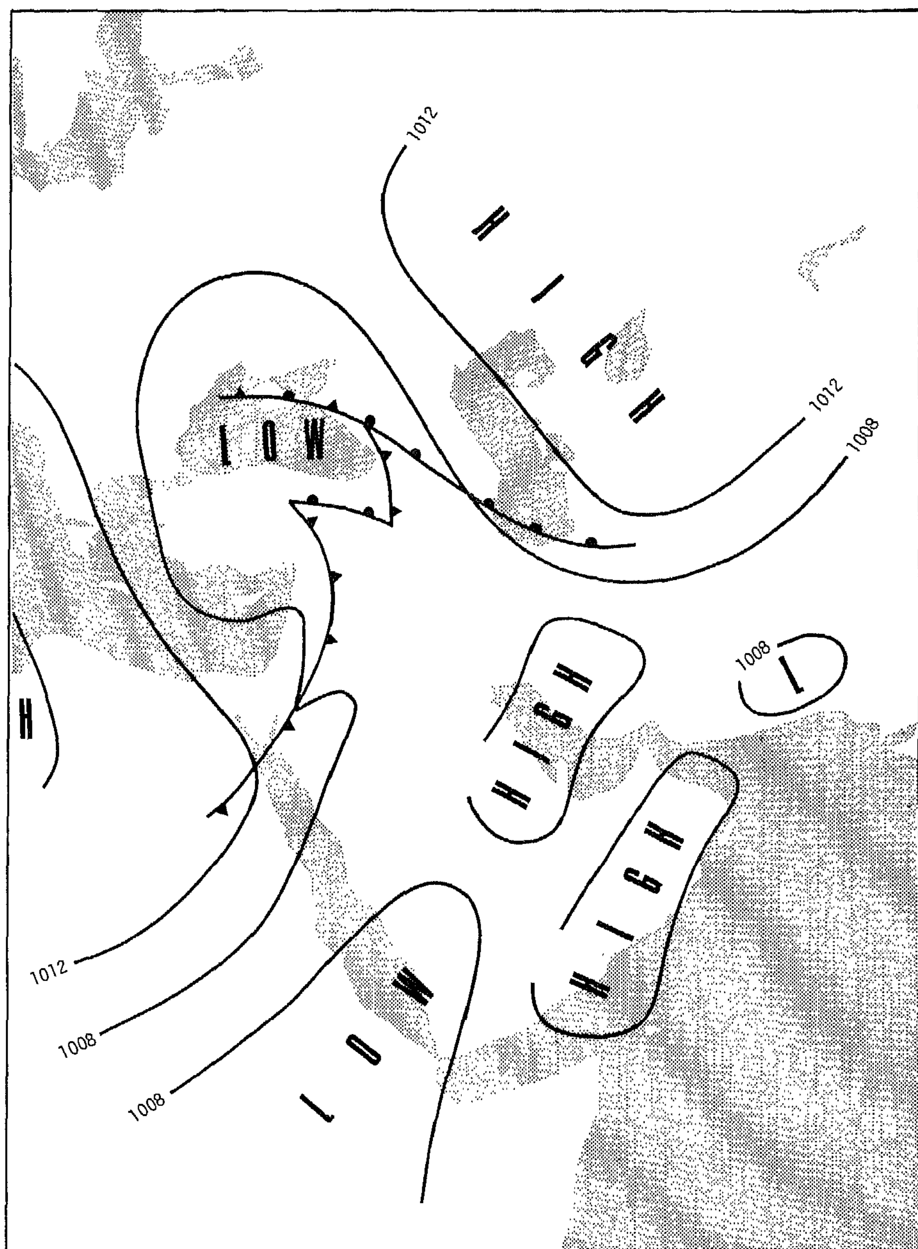
(مارس – مايـــو)

الطقس :

دافيء خلال النهار ، بارد خلال الليل وخاصة خلال سيطرة الرياح الشمالية الغربية في اوائل الفصل ، تتعرض البلاد خلال الفصل لفترات حارة ترتفع فيها درجة الحرارة لأيام قليلة بسبب هبوب الرياح الجنوبية والجنوبية الشرقية ، يتميز الطقس بالتغير الفجائي في درجات الحراره وخاصة حرارة النهار العظمى حيث يحدث أن يكون الفرق في درجة الحرارة العظمى بين يوم وآخر ١٥°م أو اكثر . تهطل الامطار خلال هذا الفصل عن طريق المنخفضات الجوية العابره وعن طريق العواصف الرعدية المحليه ، السرايات ، قد يحدث خلال الفصل عواصف ترابية شديدة بسبب المنخفضات الجوية أو بسبب العواصف الرعدية النشطة ، يمكن بوجه عام اعتبار مارس من أشهر الشتاء وابريل شهر التحول أو وسط الربيع وفي مايو تبدأ ظروف الصيف في الظهور .

توزع الضغط الجـــوي :

تستمر المنخفضات الجوية الغربية في عبورها للمنطقة ، كما تستمر خلال فصل الربيع نفس ظروف الضغط الجوي الشتوية في السيطرة وان كانت تبدي ضعفا ملموسا وبتقدم الفصل يأخذ المرتفع الجوي السيبيري في التفكك الى خلايا صغيرة من المرتفعات الجوية بسبب اضطراد ارتفاع درجة الحرارة وتزايد التسخين فوق اليابس الآسيوي (شكل ١٨) ، ويبدأ الضغط الجوي المنخفض في الظهور على شكل خلايا منفصلة فوق القطاعات الجنوبية من اقليم جنوب غرب آسيا وفوق شمال غرب الهند ومن أهم هذه المنخفضات تلك التي تنشأ فوق شبه الجزيرة العربية والتي اذا ما تفاعلت مع المنخفض القبرصي فانها تشكل



شكل (١٨) خريطة طقس نموذجية خلال فصل الربيع

منخفضا جويا متطورا كبير التأثير . ومع أن الحديث سيأتي بالتفصيل عن مسببات حدوث هذه المنخفضات إلا أنه يجدر بالذكر أن هذه المنخفضات تكون قوية وغزيرة المطر في كثير من الاحيان بسبب تأثير الهواء القطبي البارد الذي يتدفق في فصول الانتقال عبر طبقات الجو العليا على فترات متقطعة مما يساعد على زيادة عدم استقرار الجو وتقوية المنخفضات الجوية الحرارية المتكونة فوق المنطقة .

وقد لوحظ أنه في خلال شهر ابريل ومعظم شهر مايو تنشط تيارات الحمل وتؤدي الى حدوث العواصف الرعدية المحلية أو « السرايات » وتتلخص اسباب حدوثها في شدة التسخين السطحي وتوفر الرطوبة في طبقات الهواء السفلى وبرودة طبقات الجوّ العليا لعمق لا بأس به مما يؤدي الى تكون السحب الركامية الكبيرة الامتداد رأسيا .

الرياح السـائدة :

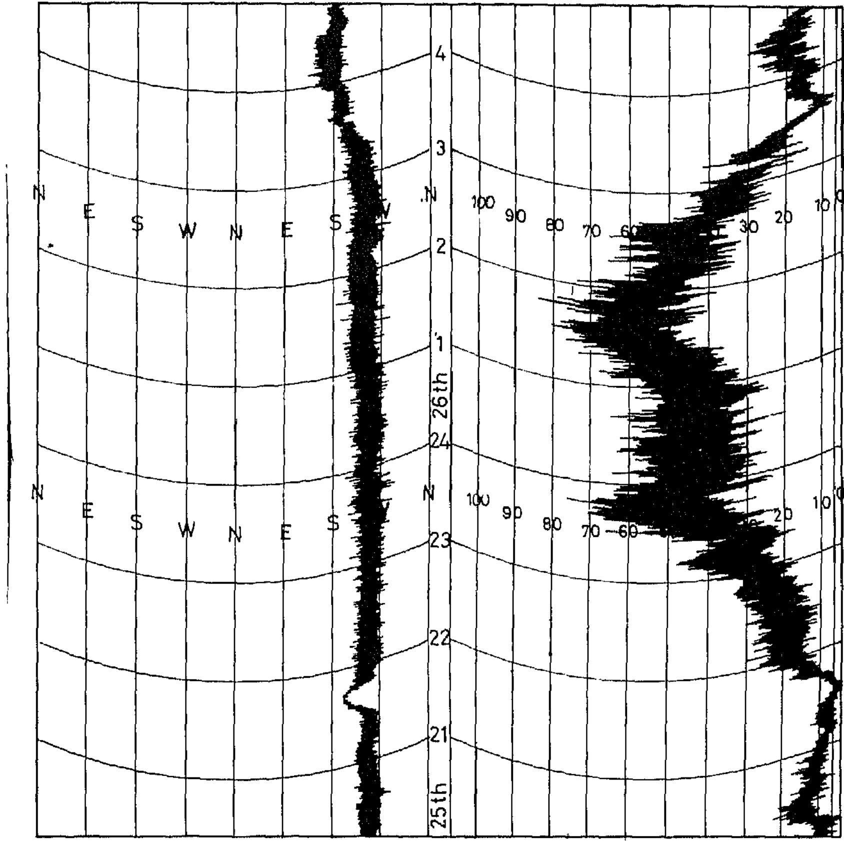
يطرأ خلال فصل الربيع انخفاضا ملحوظا في عدد الايام التي تسود فيها الرياح الشمالية الغربية وارتفاعا في عدد الايام التي تسود فيها الرياح الجنوبية أو الجنوبية الشرقية ، فيتراوح الاتجاه الاول (الشمالي الغربي) بين ٨ و ١١ يوما خلال الشهر وكذلك الامر بالنسبة للاتجاه الثاني .

وتتأثر هذه الرياح مثلها مثل التي في الشتاء بالمنخفضات الجوية وربما يرجع السبب في ارتفاع نسبة الجنوب الشرقي خلال فصل الربيع الى الاسباب التالية :

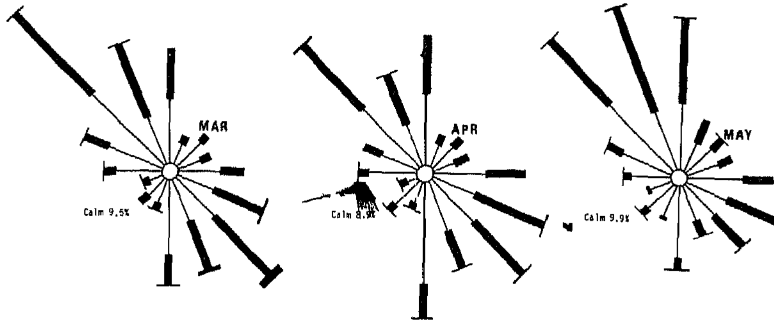
١ ــ بطء سرعة المنخفضات الجوية في حركتها من الغرب الى الشرق في فصل الربيع عنها في فصل الشتاء .

٢ ــ المنخفضات الربيعية اكثر في العدد من تلك التي تحدث في الشتاء لكون الكثير منها حراري المنشأ يتكون فوق شبه الجزيرة العربية نفسها .

٣ ــ تتأثر البلاد خلال هذا الفصل بنسيم البحر « الشرقي » بسبب التسخين على اليابس لارتفاع الشمس ولعدم وضوح منحدر الضغط في كثير من أيام الفصل .



شكل (١٩) تسجيلات تخطيطية لسرعة واتجاه الرياح تبين واحدة من اعنف العواصف التي حدثت في الكويت ، مطار الكويت الدولي ٢٥/٢٦ مايو ١٩٦٨ (السرعة ميل / الساعة) .



شكل (٢٠) الرياح السائدة خلال فصل الربيع .

وتهب الرياح العالية السرعة من اتجاهات ثلاث هي :

١ - الشمال الغربي وتبلغ نسبته ٤٨٪ من اعلى السرعات الشهرية .

٢ - الجنوب الشرقي وتبلغ نسبته ٤٢٪ من أعلى السرعات الشهرية .

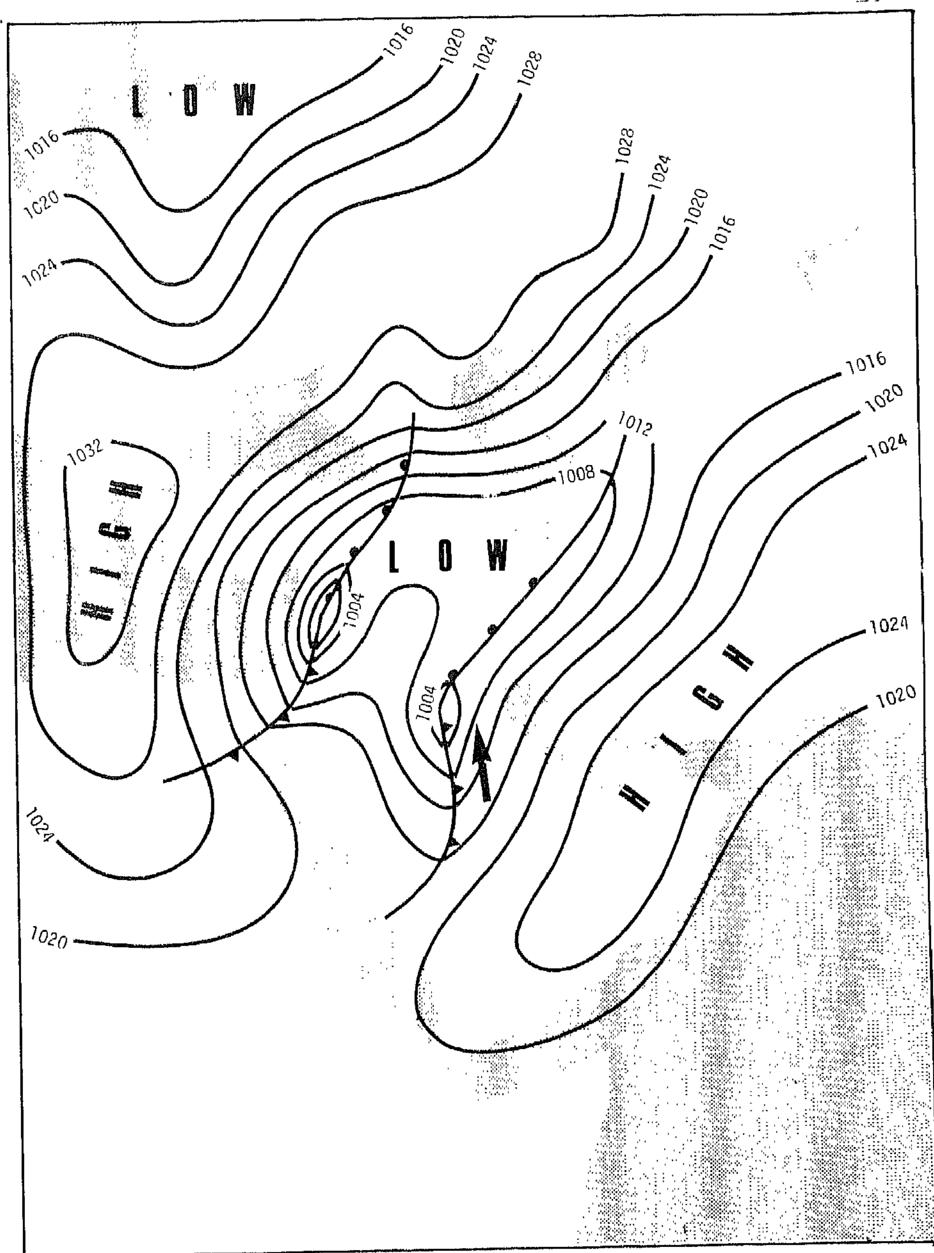
٣ - الجنوب الغربي وتبلغ نسبته ١٠٪ من أعلى السرعات الشهرية .

وقد لوحظ ان سرعة الرياح خلال هذا الفصل تكون عنيفة في بعض السنوات وخاصة خلال شهري ابريل ومايو المتميزان بظواهرهما الجوية العنيفة من جبهات باردة وعواصف رعدية أو ترابية وقد سجلت خلال هذا الفصل أعلى سرعة للرياح في الكويت منذ سنة ١٩٥٧ حيث بلغت ٦٦ ميلا / الساعة وبلغت أعلى هبة في هذه العاصفة القوية ٨٤ ميلا/الساعة وكان اتجاه الرياح خلالها جنوبيا غربيا وقد حدث ذلك في يوم ٢٦ مايو ١٩٦٨ ، شكل (١٩) .

وكما هو الحال خلال فصل الشتاء ، فان الرياح تسود على فترات ، جنوبية شرقية لعدة ايام ثم شمالية غربية لعدة أيام وهكذا .

الحـــــرارة :

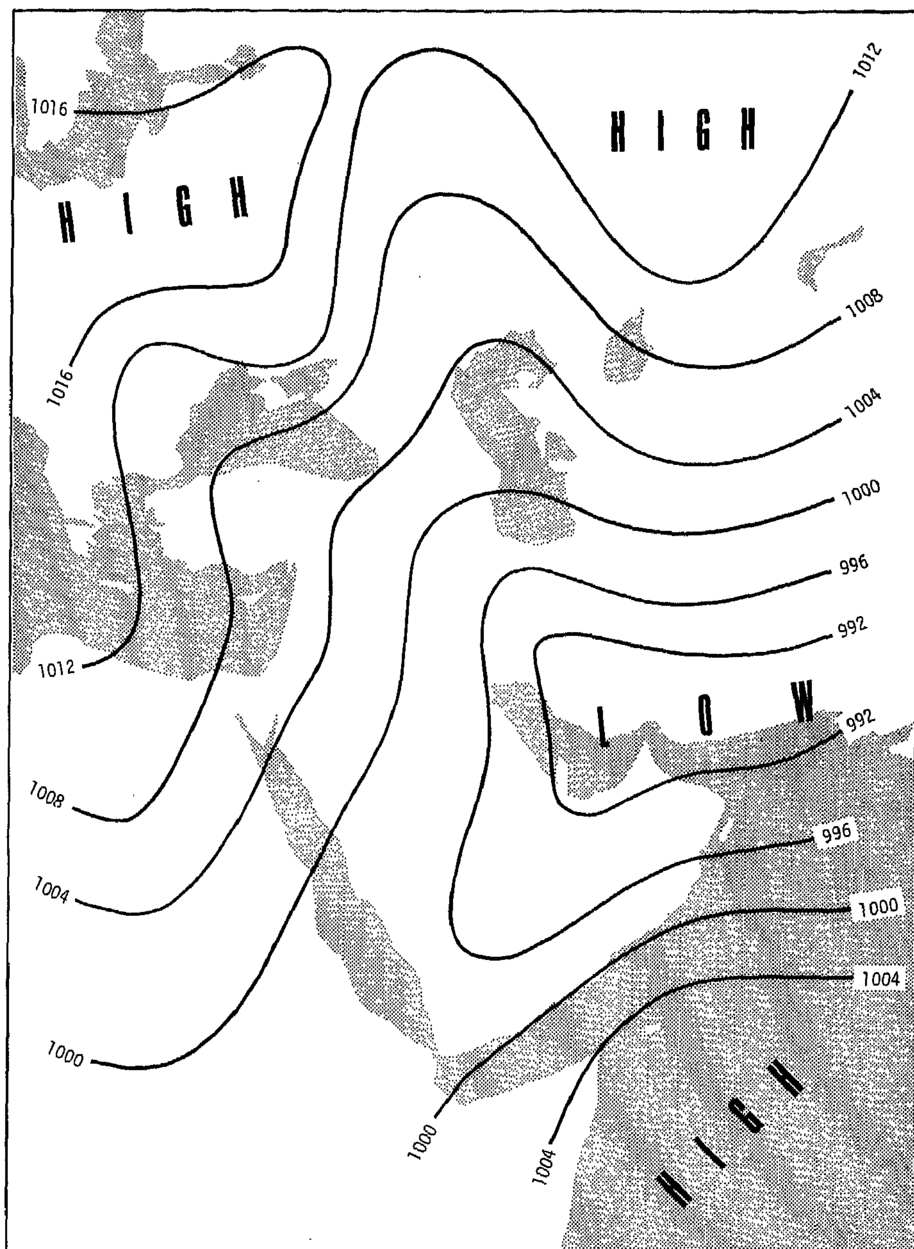
تتميز درجة الحرارة خلال فصل الربيع بالتغيرات المفاجئة فمن الممكن أن ترتفع إلى درجة كبيرة بسبب تأثير كتلة هوائية مدارية دافئه ، ثم تنخفض فجأة الى درجة بالغة الانخفاض بسبب تدفق تيارات قطبية قارية الى المنطقة ، وقد حدث يومي ١٤ و ١٥ مارس ١٩٧١ ان تواجد منخفض جوي ذو مركزين الاول قريب من الكويت والآخر متمركز فوق شمال سوريا (شكل ٢١) وقد أدى هذا الوضع الى هبوب الرياح الجنوبية الحارة والتي تسمى محليا بـ « السهيلي » فبلغت درجة الحرارة العظمى ٣٤ْم في يوم ١٤ وفي الساعة الرابعة من بعد ظهر ذلك اليوم تحولت الرياح عند مرور جبهة هوائية باردة الى شمالية غربية واستمر تدفق الهواء البارد خلال اليوم التالي ولم ترتفع فيه درجة الحرارة العظمى عن ١٩ْم ، اي ان الفرق بين اليومين في النهاية العظمى بلغ ١٥ْم .



شكل (٢١) خريطة الطقس يوم ١٤ مارس ١٩٧١ الساعة ١٢٠٠ بتوقيت جرينتش .

وفي يوم ٣٠ مارس ١٩٦٩ حدث اكبر ارتفاع في درجة الحرارة خلال الشهر منذ بداية تسجيلات محطة مطار الكويت الدولي في عام ١٩٥٨ وذلك أن درجة الحرارة العظمى بلغت ٤١,٢ °م في حالة شبيهه بهذه الحالة . ولكن يجب أن يؤخذ في الاعتبار أن البلاد قد تتعرض لموجات شمالية باردة خلال شهر مارس في اعقاب المنخفضات الجوية وقد حدث في يوم ١ مارس ١٩٥٩ ان انخفضت درجة الحرارة الصغرى الى ٣,٣ °م (٨,٤ °م تحت المعدل) . ولكن لم يحدث خلال الفترة من ١٩٥٤ – ١٩٨١ ان هبطت درجة الحرارة الصغرى الى درجة التجمد خلال فصل الربيع في الكويت .

وعلى وجه العموم فان درجة الحرارة تكون معتدلة جدا خلال شهر مارس حيث تتراوح درجة الحرارة العظمى بين ٢٤ °م و ٢٩ °م كما تتراوح درجةالحرارة الصغرى بين ١١ °م و ١٦ °م ، أما خلال شهر ابريل فان درجة الحرارة تميل الى الارتفاع قليلا عن حدود الاعتدال حيث تتراوح درجة الحرارةالعظمى بين ٢٨ °م في أول الشهر و٣٥ °م في آخره ، أما درجة الحرارة الصغرى فانها تبدأ بـ ١٦ °م في أول الشهر وتنتهي بـ ٢١ °م في آخره ، أما خلال شهر مايو فان مظاهر الصيف تكون واضحة – وخاصة خلال الثلث الأخير من الشهر – حيث ترتفع درجة الحرارة العظمى عن ٤٠ °م والصغرى عن ٢٦ °م .



شكل (٢٢) خريطة طقس نموذجية خلال يونيو ويوليو .

الصيـــــف

(يونيــو – ســـبتمبر)

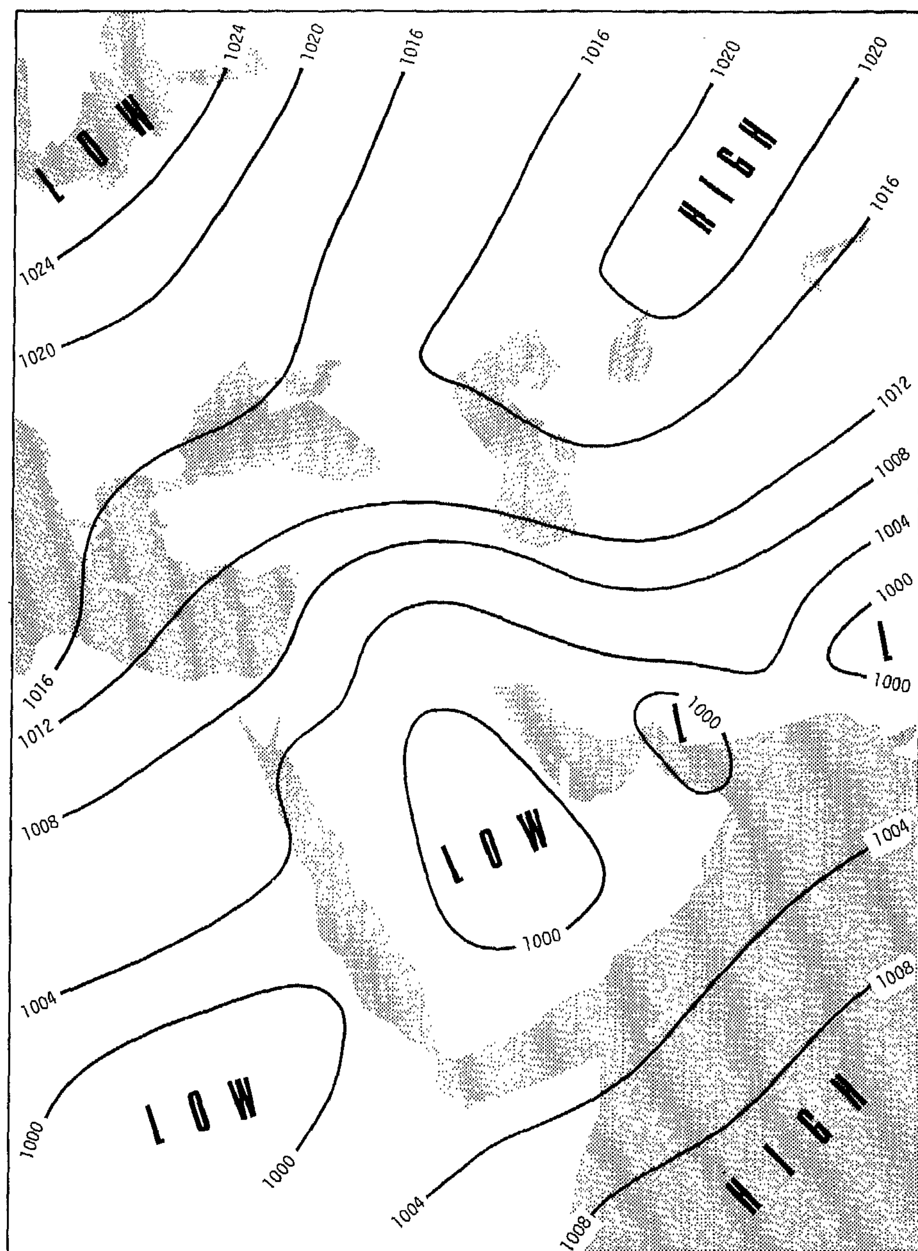
الطقس :

مناخ الكويت خلال هذا الفصل حار بوجه عام ، شديد الحرارة خلال النهار ، تهب خلال النصف الاول من الفصل رياح شمالية غربية شبه منتظمة تشتد في بعض الايام فتسبب العواصف الترابية العنيفة ، تضعف سرعة الرياح خلال النصف الثاني وتسود الرياح الجنوبية الشرقية الرطبة لفترات تطول وتقصر تبعا لنظم الضغط الجوي السائدة في نهاية الصيف من تلك السنة ، تختفي الغيوم من السماء معظم الفصل وخاصة عندما تسود الرياح الشمالية الغربية الجافة وان ظهرت فانها تظهر غالبا في اوائل او نهاية الفصل وتكون من ذات الارتفـــاع العالي .

توزع الضغط الجوي خلال النصف الاول (يونيو ويوليو) :

خلال شهر مايو يبدأ الضغط الجوي المنخفض في الوضوح شيئا فشيئا على شكل خلايا صغيرة تأخذ في الاتساع ، ويتجلى المنخفض الحراري الموسمي الهندي عادة في اول شهور الصيف يونيو حيث تتطور منطقة شاسعة من الضغط المنخفض فوق شمال غرب الهند ويمتد تأثيرها غربا فوق ايران وجزيرة العرب وحتى البحر الابيض المتوسط الشرقي (شكل ٢٢) والسبب الرئيسي لهذا التطور هو كثافة الاشعاع الشمسي في هذا الاقليم في هذا الفصل بسبب ارتفاع الشمس وطول النهـار .

ومن الجدير بالذكر ان اليابس الآسيوي الأكبر (شرق الخليج العربي) هو الذي يستحوذ على مركز هذا المنخفض الجوي الكبير ، فيتكون هذا المنخفض الضخم شرق الخليج ، ولقوته فانه لا يدع مجالا لنشأة المنخفضات الجويةالحرارية



شكل (٢٣) خريطة طقس نموذجية خلال أغسطس وسبتمبر .

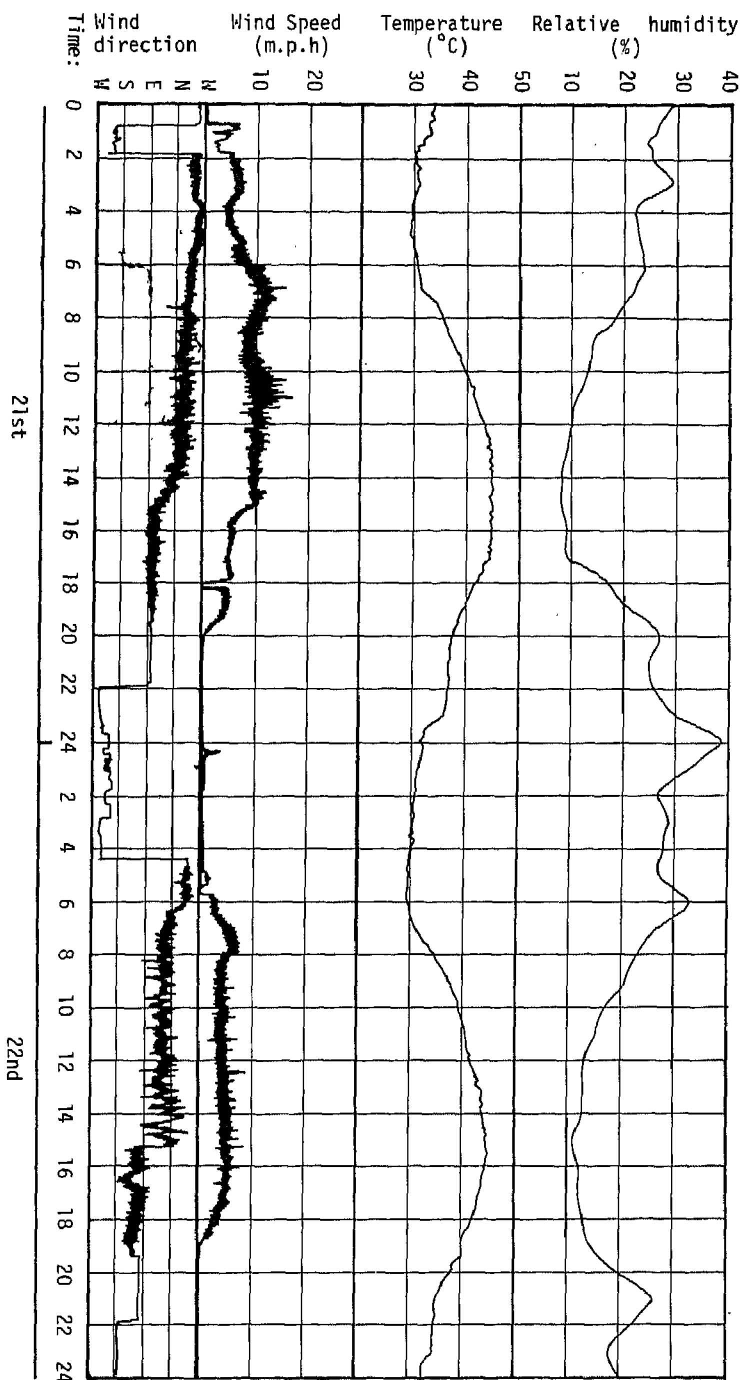
الثانوية فوق شبه الجزيرة العربية وغيرها من اليابس الذي يتطور فوقه هذا المنخفض الموسمي،ولما كانت الرياح تهب حول المنخفض الجوي عكس عقارب الساعة ولوقوع الكويت في القسم الغربي من هذا المنخفض النشط فان الرياح السائدة خلال وجوده تكون شمالية غربية نشطة الى قوية وخاصة خلال ساعات الظهيرة ، وقد لوحظ ان المنخفض الهندي يكون قويا وواضح التأثير خلال الفترة غالبا من ٨ يونيو الى ١٨ يوليو حيث تستمر الرياح الشمالية الغربية طوال هذه الفترة التي تستغرق ٤٠ يوما في هبوبها تقريبا ، كما لوحظ أن مرتفعا جويا نسبيا ينشأ خلال هذا الفصل فوق البحر الابيض المتوسط (الابرد نسبيا من اليابس الواقع الى الشرق والجنوب منه خلال فصل الصيف) ويساهم هذا المرتفع في زيادة تدرج الضغط بين امتداد المنخفض الموسمي شرقا وبين مرتفع البحر الابيض المتوسط غربا وينتج عن ذلك هيمنة الرياح الشمالية الغربية وتقويتها .

توزع الضغط الجوي خلال النصف الثاني (اغسطس وسبتمبر) :

يطرأ في أواخر يوليو عادة تغيرا في توزع الضغط الجوي غالبا بسبب ضعف التسخين فوق اقاليم المنخفض الهندي فيحدث الآتي :

١ — يضعف المنخفض الأصلي وينقسم الى قسمين الأول الى الشرق من الخليج العربي وايران ، والثاني فوق شبه الجزيرة العربية ولأن البلاد تقع الى الشرق من هذا المنخفض الجوي فان الرياح تهب عليها جنوبية شرقية حاره ورطبه للغاية (شكل ٢٣) .

٢ — ينشأ مرتفع جوي فوق بحر قزوين ويمتد فوق الهضبة الايرانية ويصل الى اطراف الخليج العربي الشمالية فيتسبب في هبوب رياح شرقية رطبه بوجه عام ، ومثل هذا المرتفع القزويني يساعد في تشكل المنخفض فوق شبه جزيرة العرب ويزيد في مدة استمرار الرياح الشرقية الرطبه . وتستمر الرياح الجنوبية الشرقية لفترات تتراوح بين يوم و ٢٠ يوما متصلة وخلال هذه الفترات الرطبه يكون نسيم البر واضحا حيث تتحول الرياح خلال



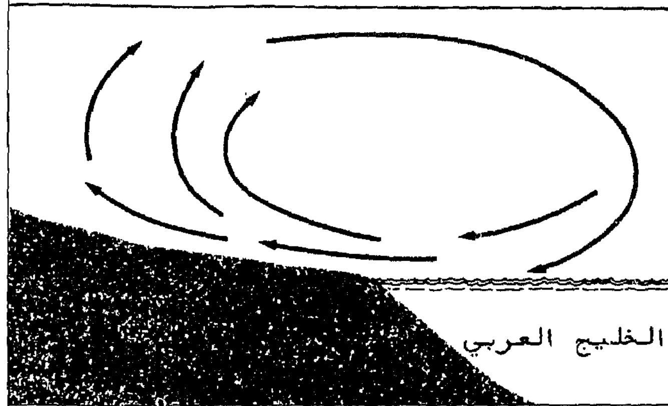
شكل (٢٤) تسجيلات تخطيطية تبين حدوث نسيم البر والبحر في مطار الكويت الدولي ، ٢١–٢٢ أغسطس ١٩٧٢ .

الفترة من بعد منتصف الليل الى ما بعد شروق الشمس بقليل الى جنوبية غربية منعشه لكونها بارده نوعا وجافه .

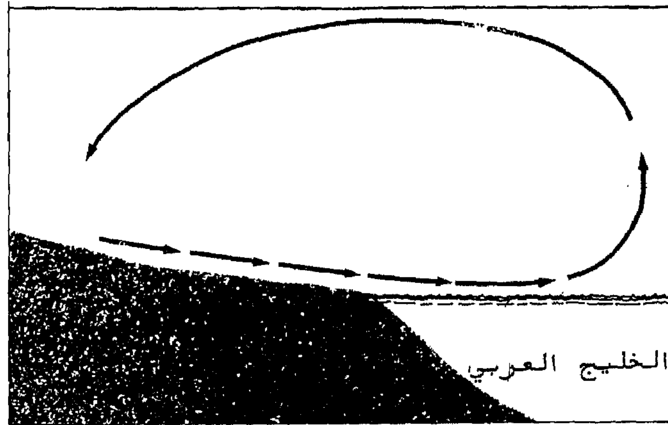
حول ظاهرة نسيم البر والبحر :

اذا لم توجد تيارات اقليمية واسعة وقوية فانه من الممكن بالنسبة للكويت أن تتأثر بظاهرة نسيم البر والبحر .

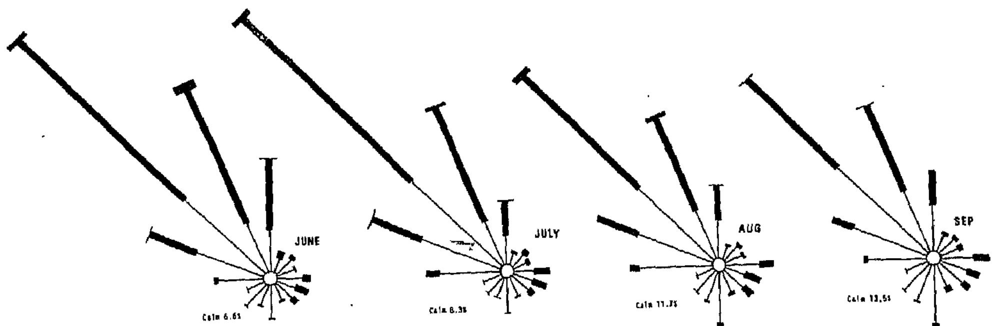
ويبرز نسيم البر والبحر اهمية الفروق في توزع الضغط الجوي والرياح الناتجة بسبب الاختلاف في تسخين وتبريد كل من الماء واليابس تحت السماء الصافية ، فهذه الظاهرة تحدث غالبا يوميا في اكثر السواحل المداريه في ساعات مختلفة نوعا ، فيسود نسيم البحر عادة من الساعة ١٠ حتى ١٨ ، ويسود نسيم البر من ساعتين لثلاث بعد غروب الشمس حتى ساعة بعد شروقها (شكل ٢٤) وبالنسبة للكويت ما ان يمضي على شروق الشمس ساعتين او ثلاث ساعات حتى تبدأ درجة حرارة الارض في الارتفاع ، اما البحر المجاور فانه يسخن ببطء كبير بسبب ارتفاع نسبة ما يعكسه من الاشعاع قرب شروق الشمس وقرب غروبها ، ولان الاشعاع الشمسي يتغلغل بعمق اكبر ، ولاختلاط الحرارة خلال طبقة عميقة ، ولاستعمال التسخين في عملية البخر ، لكل هذه الاسباب فان البحر والهواء الذي يعلوه يكونان ابرد خلال النهار من اليابس وينتج عن ذلك انحدار افقي بالنسبة للكثافة والضغط في اتجاهات متعاكسة للهواء القريب من السطح وللهواء الذي يعلوه ويؤدي ذلك الى تواجد دورة هوائية . والفارق في التسخين خلال النهار يكون ملحوظا في العادة اكثر منه خلال الليل ، وانتقال الحرارة بين الارض والهواء في وسط النهار — الظهيرة — عندما تكون طبقات الهواء غير مستقرة يكون أعظم كثيرا منه خلال الليل عندما تكون هذه الطبقات مستقرة ، ولهذه الاسباب تكون الرياح المحلية أقوى بشكل عام خلال النهار عنها ليلا ، وتتحرك في اتجاه عكسي طالما حدث انعكاس في تدرج الحرارة ، فهي شرقية بوجه عام خلال النهار لأنها تهب من الخليج البارد نسبيا (شكل ٢٥) وهي غربية خلال الليل لهبوبها من اليابس الابرد نسبيا (شكل ٢٦) .



شكل (٢٥) نسيم البحر خلال النهار .



شكل (٢٦) نسيم البر خلال الليـــــل .



شكل (٢٨) الرياح السائدة خلال فصل الصيف .

ونسيم البحر القوي قد يبلغ امتداده داخل اليابس ٢٥ — ٣٠ كم ، ولكنه قد يصل — تحت ظروف مؤاتيه — في بعض المناطق المدارية الى ٢٠٠ — ٣٠٠ كم ويبلغ نموه رأسيا ١ — ٢ كم ، وفوق هذا التيار يهب التيار العائد — على ارتفاع ٣ — ٤ كم في اتجاه معاكس ويكون عادة أضعف كثيرا .

وبالطبع فان هذه الرياح المحلية يمكن أن تُطمس بواسطة تيارا ت كبيرة وقوية تتبع ظروف الطقس العامه كأن تقع البلاد تحت سيطرة المنخفض الموسمي الهندي صيفا أو تتأثر بمنخفض جوي أو تقع تحت تأثير تيار شمالي غربي قوي قادم من الأصقاع السيبيرية شتاء .

توزع الضغط الجوي في نهاية الصيف :

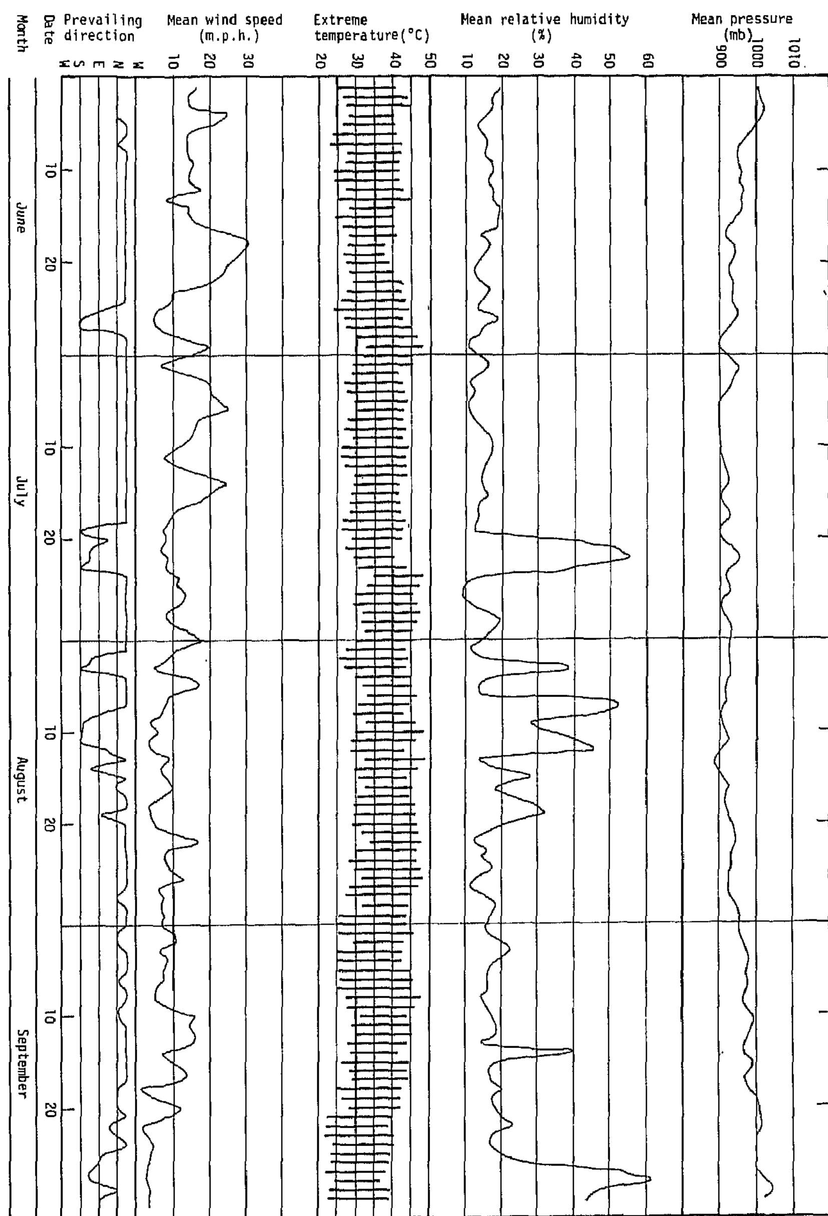
ومن الجدير بالذكر أنه في نهاية الصيف وخاصة الفترة من ٢٤ /٨ — ٩/٥ تبدأ الارض بخسران الحرارة من يوم الى يوم وتأخذ اليابسة في ترجيح تكون المرتفعات الجويه او امتداداتها ، وخلال هذه الفترة يتنافس في السيطرة على شمال شبه الجزيرة العربية كلا من المرتفع الجوي فوق شرق البحر الابيض المتوسط والمرتفع الجوي القزويني ، وقد أمكن التمييز بين حالتين :

١ — اذا سيطر امتداد المرتفع الجوي فوق شرق البحر الابيض المتوسط فان الرياح تكون شمالية غربية جافة وبما أن اليابسة ترجح تكون المرتفعات الجوية فان هذه السيطرة تستمر معظم ايام الصيف الباقية ويوصف الصيف في حينها بالجفاف .

٢ — اذا تمكن المرتفع القزويني من السيطرة على المنطقة فان الرياح تكون جنوبية شرقيه رطبه وتستمر هذه السيطرة معظم أيام الصيف الباقية ويوصف ذلك الصيف بأنه رطب .

الرياح السائده :

تبين مما سبق أن الكويت تتأثر بالمنخفض الهندي الموسمي شرقا وبامتداد المرتفع الجوي الضعيف فوق شرق البحر الابيض المتوسط وبالمنخفض الحراري

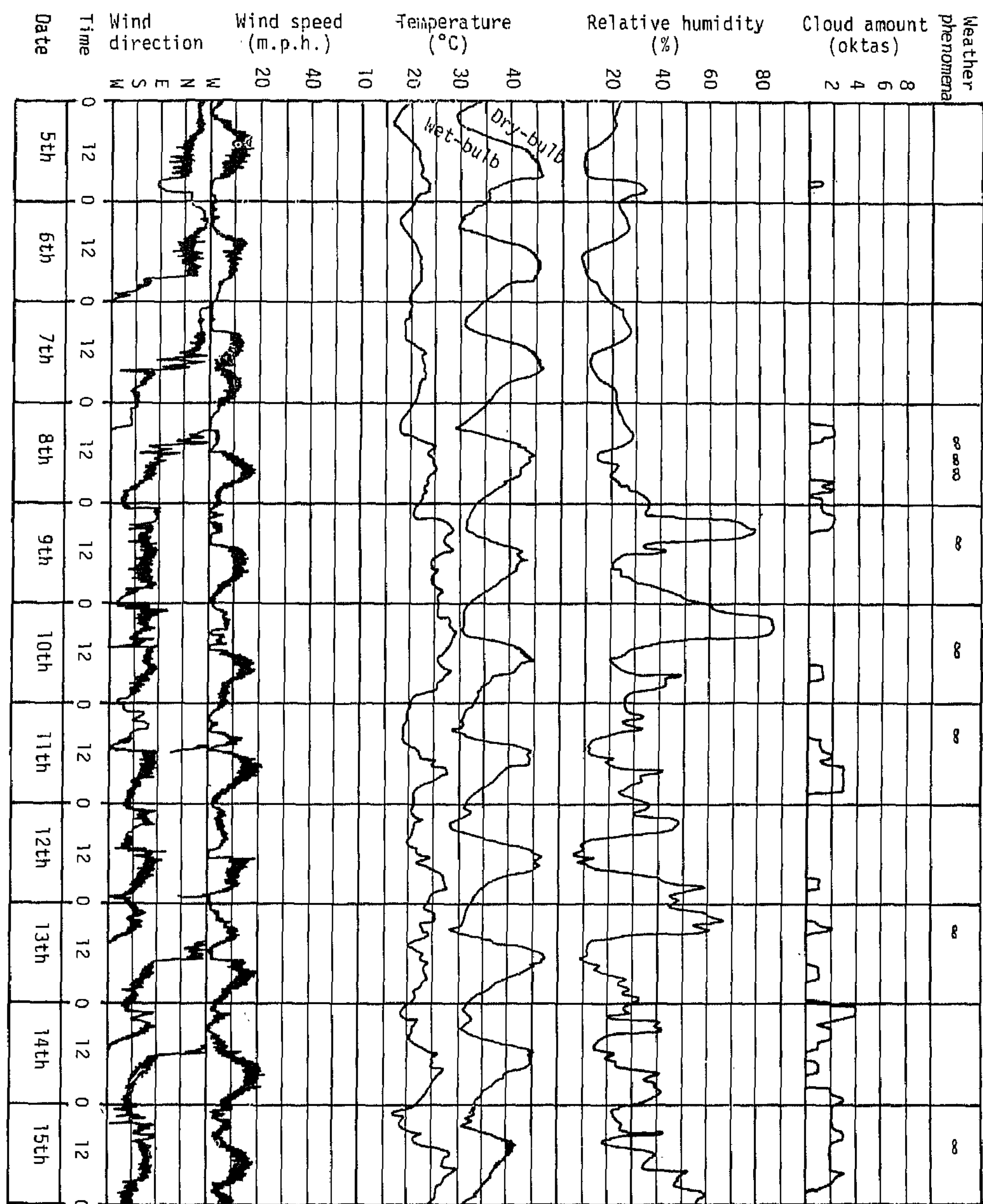


شكل (٢٧) تسجيلات تخطيطية تبين ظروف الطقس خلال صيف ١٩٧٣ ، لاحظ الرياح الشمالية الغربية النشطة والجافة والشبه مستمرة خلال يونيو ويوليو والفترات الرطبة بعد ٢٠ يوليو . مطار الكويت الدولي .

فوق شبه الجزيرة العربية غربا ، وبالمرتفع القزويني شمالا وبنسيم البر والبحر عندما يكون انحدار الضغط الجوي طفيفا وهذه المؤثرات تشكل معظم مناخ الكويت في هذا الفصل .

ففي المكان الاول نجد ان الرياح الشمالية الغربية تسود بشكل واضح (شكل ٢٨) حيث يبلغ المتوسط الشهري لهذه الرياح ١٨ و ٢٠ و ١٧ و ١٤ يوماللشهور يونيو ويوليو واغسطس وسبتمبر على التوالي وهي تنتج غالبا بسبب المنخفض الهندي الموسمي وهو منخفض حراري ضخم يستغرق وجوده شهورا ولكنه يقوى ويضعف فيؤدي الى قوة الرياح الشمالية الغربية ووضوحها احيانا والى ضعفها في احيان اخرى ، و قد يبلغ مجموع عدد الايام التي تسود فيها الرياح الشمالية الغربية خلال اي شهر من شهور الصيف ٢٩ يوما او اكثر ، ويحدث ان تكون متصلة في بعض السنوات وخاصة خلال الفترة من ٨ يونيو لا يفصلها رياح من اتجاه مخالف ولكنها تتفاوت في سرعتها بين القوة والضعف .

وبوجه عام فان الاسبوع الاول من يونيو يكون في العادة هادئا . وقد تكون الرياح فيه جنوبية شرقية أو خفيفة متقلبة ولكن ما أن يبدأ الاسبوع الثاني حتى تتخذ الرياح اتجاها واحدا وهو الشمال الغربي وتنشط هذه الرياح خاصة خلال النهار بفعل تأثير الاشعاع الشمسي وتظهر على خرائط الطقس صورة المنخفض الهندي الموسمي الشهير بامتداده الشاسع من شمال غرب الهند شرقا الى شرق البحر الابيض المتوسط غربا . ويستمر هذا الوضع في نشاط ملحوظ لمدة ٤٠ يوما في المتوسط ، وخلال هذه المدة وبسبب نشاط الرياح وخاصة وقت الظهيرة فان الهواء يكون ملوثا بالاتربة بشكل كبير وقد يهبط مدى الرؤية خلال بعض العواصف الشديدة الى امتار قليلة وبعد انتهاء هذه العواصف الترابية النهارية التي تستغرق اسبوعا تقريبا تهدأ الرياح الشمالية الغربية لخمسة أو سبعة ايام ويتحسن مدى الرؤية وتظهر السماء بلونها الازرق المعتاد بعد أن تكون العواصف الترابية قد صبغتها باللون الترابي ، وبعد ذلك تعاود الرياح الشمالية الغربية نشاطها . وقد أمكن تمييز عدة فترات تشتد فيها الرياح خلال شهري يونيو ويوليو (جدول ٢) . وبالنسبة لاعلى السرعات التي تحدث خلال



شكل (٢٩) ظروف الطقس خلال الفترة الرطبة ٩ ـ ١٣ اغسطس ١٩٧٢ في مطار الكويت الدولي .

فصل الصيف فقد لوحظ أن ٩٨٪ منها تأتي من الشمال الغربي ، ولما كانت سرعة الرياح خلال هذه الفترة تعتمد على المنخفض الهندي الموسمي الذي هو حراري المنشأ فانه لا يستغرب، ان تشتد الرياح وتبلغ ذروتها خلال النهار ثم تهدأ شيئا فشيئا خلال الليل ثم تعاود نشاطها من جديد في نهار اليوم التالي ويبين الجدول (٣) الفرق في سرعة الرياح بين منتصف الليل وبين الظهيرة

	من	الى
يونيو	٩	١٣
	١٧	٢٤
	١	٧
يوليو	٩	١٧

جدول (٢) الفترات التي غالبا ما تشتد فيها الرياح خلال شهري يونيو ويوليو .

	الساعة ٠١٠٠	الساعة ١٤٠٠
يونيو	٨	١٩
يوليو	٨	١٨
اغسطس	٧	١٦
سبتمبر	٦	١٤

جدول (٣)متوسط سرعة الرياح (ميل/الساعة) عند منتصف الليل وعند الظهيرة خلال فصل الصيف

وتبدأ الفترات الرطبة في الكويت غالبا بتاريخ ٢٠ يوليو وتستمر حتى نهاية شهر اغسطس وقد تستمر وبشكل متقطع حتى بداية شهر نوفمبر . وخلال هذه الفترات تسود الرياح الجنوبية الشرقية وهي رياح تكون سرعتها بين هادئه وخفيفة وقد تعتدل في وسط النهار وهي لقدومها من الخليج تكون محملة بكميات ضخمة من بخار الماء وبسبب ارتفاع درجة الحرارة خلال هذا الفصل فانها تكون متعبة بشكل كبير وخاصة عندما يصاحبها سكون في الرياح او عندما تكون سرعة الرياح خفيفة جدا شكل (٢٩) ، ومع ذلك فقد تمر شهور الصيف دون ان تهب رياح جنوبية شرقية في يونيو ويومين فقط في يوليو ولاشيء في اغسطس وسبتمبر .

الحـــــــرارة :

ترتفع درجة الحرارة خلال فصل الصيف الى مستويات عاليه وخاصة خلال شهري يوليو واغسطس ويرجع السبب في ذلك الى توفر الظروف المشجعة ،

فالفصل صيف والشمس تكاد تكون عمودية والنهار خلاله طويل يبلغ ١٤ ساعة والسماء صافية ليس فيها غيوم مما يسمح للاشعاع الشمسي بالوصول الى سطح الارض قويا والارض جافه ورمليه وساخنه بواسطة الايام الحارة السابقة ، وسطح الارض منبسط أو حوضي في بعض المناطق ومثل هذه الظروف قد تستمر وبقوة كامله طوال فصل الصيف . (وبالاضافة الى ذلك فان الارتفاع الكبير في درجة الحرارة الذي تتميز به الكويت عن المناطق الواقعة الى الغرب منها على نفس خط العرض يرجع الى التسخين الاد يباتيكي (الذاتي) الجاف للرياح الموسمية الهابطه من الجبال الايرانية اذ أن الرياح الرطبه التي تهب من المحيط الهندي تجاه شبه جزيرة الهند تفقد رطوبتها عليها لذلك ، وتتمدد بسبب انخفاض الضغط نتيجة لارتفاعها ولذلك تنخفض حرارتها بمعدل ٦,٥°م لكل ارتفاع جبلي قدره ١ كم عن سطح البحر (ويسمى بالتبريد الذاتي) وتصل هذه الرياح شمال ايران ثم تهبط عن جبالها نحو سهول دجله والفرات فتنضغطوترتفع حرارتها بمعدل ١٠°م لكل ١ كم تهبطه ، أي أن هذا التسخين يكون اكبر في قيمته من التبريد السابق لجفاف الهواء (ويسمى بالتسخين الذاتي) أي أن الكتلة الهوائية تكتسب حرارة قدرها ٣,٥°م لكل ١ كم تهبطه .

ومن الناحية النظرية البحتة لو قدرنا أن معدل ارتفاع جبال زاغروس الايرانية يبلغ ٣٠٠٠متر فان الرياح التي تهبطها تكتسب حرارة قدرها ٣,٥ × ٣ = ١٠,٥°م ، فاذا كانت حرارة الهواء على شواطىء الهند ٣٥°م فسوف يصل الى الكويت ٣٥ + ١٠,٥ = ٤٥,٥°م وهي بالتقريب الحرارة التي تصل عندنا أيام الصيف (١)).

وبوجه عام فان درجات الحرارة تأخذ في الارتفاع بشكل ملموس اعتباراً من بداية يونيو ، ومع أن الصيف في الكويت يكون حارا في جميع أيامه الطويلة إلا أنه يمكن ملاحظة فترات معينة تميل درجة الحرارة خلالها الى التراوح بين قيم معينة ، وفيما يلي بيان لهذه الفترات :

---

(١) محاضرة عن الظروف المناخية الكويت – سعدي دبور – صفحة ٨ .

الفترة الاولى : ١ – ٢٣ يونيو حارة ولكن بشكل معتدل ويتراوح فيها متوسط درجة الحرارة العظمى بين ٤٢° و ٤٣°م والصغرى بين ٢٦° و ٢٧°م .

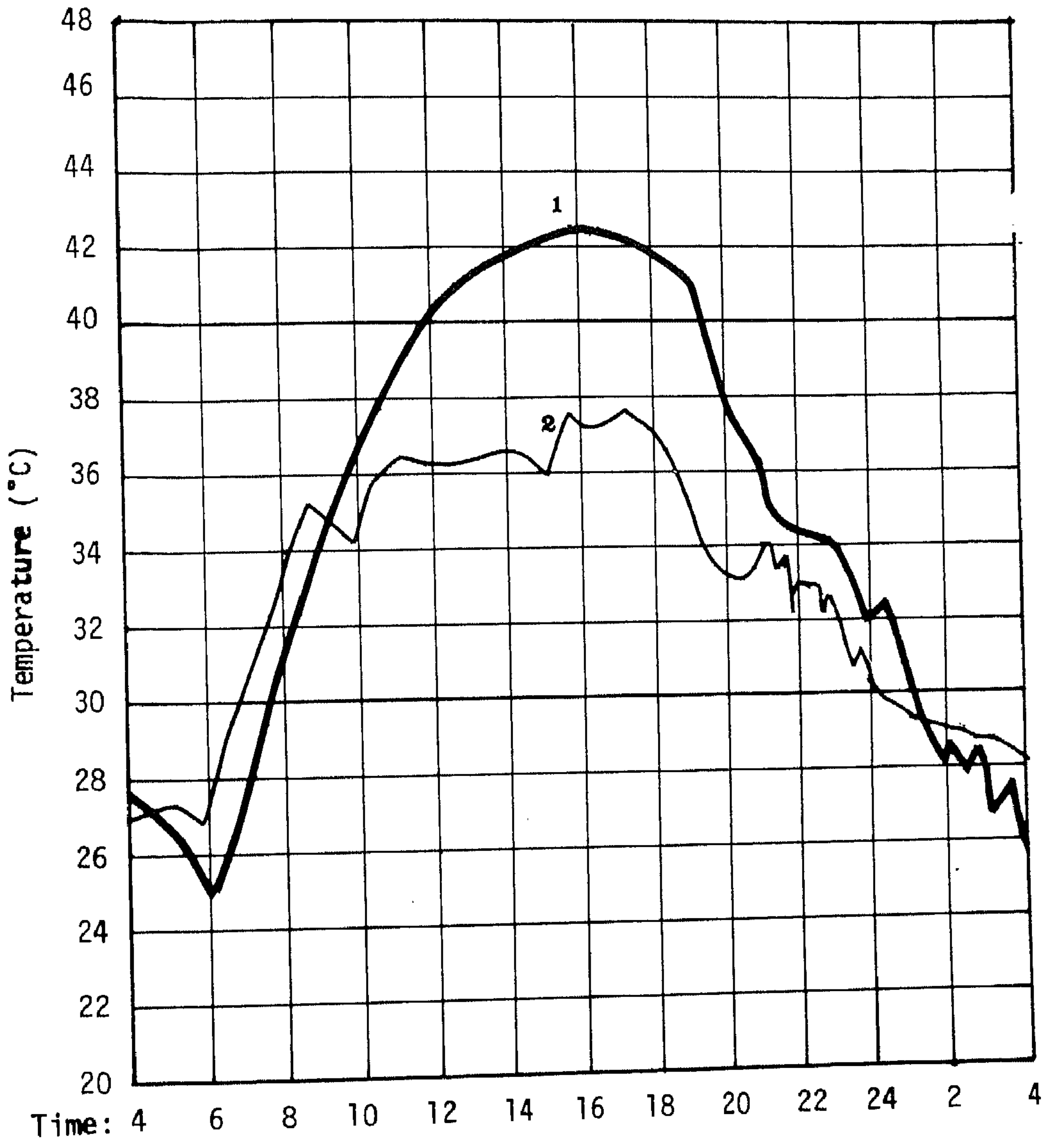
الفترة الثانية : ٢٤ يونيو – ٢٣ اغسطس وهي أشد فترات الصيف حرارة ويتراوح فيها متوسط درجة الحرارة العظمى بين ٤٤° و ٤٦°م والصغرى بين ٢٨° و ٣٠°م .

الفترة الثالثة : ٢٤ اغسطس – ١١ سبتمبر وهي فترة حاره ولكن بشكل معتدل وفيها تميل درجة الحرارة الى الانخفاض عن الفترة السابقة حيث يتراوح متوسط درجة الحرارة العظمى بين ٤٤°م في بدايتها و ٤٢°م في نهايتها كما يتراوح متوسط الصغرى بين ٢٥° و ٢٧°م .

الفترة الرابعة : ١٢ – ٣٠ سبتمبر ، وهي أفضل فترات الصيف من حيث درجة الحرارة اذ يتراوح متوسط العظمى بين ٤١° و ٣٩°م والصغرى بين ٢٤° و ٢٢°م .

ويبلغ متوسط درجة الحرارة في يوليو ٣٧,٤°م أما درجة الحرارة العظمى فتصل ٤٥°م في معظم أيام يوليو واغسطس ، أما أعلى درجة حرارة سجلت في الكويت فهي ٥١°م في الصليبيه بتاريخ ٢٢ يوليو ١٩٧٨ .

ومع أن مدى الحرارة اليومي يعتبر كبيرا نوعا ما (١٦° – ١٧°م) إلا أنه بسبب ارتفاع درجة الحرارة العظمى (٤٥° – ٤٧°م) فان درجة الحرارة خلال الليل تبقى مرتفعه ، ومن الجدير بالذكر أن المناطق الساحلية تتمتع بدرجات حرارة معتدلة نوعا ما اثناء سيطرة الرياح الشمالية الغربية (شكل ٣٠) وذلك بسبب آثار نسيم البحر الملطفة ، إلا انها تكون متعبه بشكل كبير عندما يكون الهواء ساكنا أو تكون الرياح شرقية أو جنوبية شرقية وذلك بسبب ارتفاع نسبة الرطوبة .



شكل (٣٠) درجة الحرارة يوم ١٥ يونيو ١٩٧٩ في (١) محطة السالمي الصحراوية و (٢)محطة النويصيب القريبة من الساحل . لاحظ الآثار الواضحة لنسيم البحر الشرقي في خفض حرارة الظهيرة في النويصيب .

سهيل والاحوال الجوية في الكويت :

كان الناس في الكويت خلال السنوات الماضية (قبل الستينات) ينتظرون طلوع نجم سهيل بفارغ الصبر ، وهذا التلهف والانتظار يكون قويا لدرجة أن الناس بعد ٢٥ اغسطس يستيقظون لعدة ساعات قبل الفجر ليروا هل من الممكن التقاط نظره خاطفه لذلك النجم الجنوبي الشديد اللمعان .

ويأتي هذا الترقب بعد فترة عصيبه من الصيف وهي الفترة الرطبة من شهر اغسطس أو ما يسمى بالكليبين (١ – ٢٠ اغسطس) وهي فترة تكون فيها الرياح اما هادئة تماما يصاحبها الندى خلال الليل والنهار أو تكون شرقية أو جنوبية شرقية شديدة الرطوبة ، وبالاضافة الى ذلك ارتفاع درجات الحرارة التي تكون معظم أيام الشهر فوق ٤٥°م ، واخيرا يأتي الامل على شكل مسافر من نجد يخبرهم ان سهيل قد رؤي قبل عشرة ايام في اعالي القصيم ، وتبعاً لذلك فان من الممكن رؤيته في أي لحظة في الكويت ، فتضاعف المراقبة ويقوم الناس بمراقبة السماء الجنوبية حوالي الساعة الثالثة فجرا ، وبعد صبر طويل يظهر النجم ، وينتشر خبر رؤيته مثل النار في الهشيم في الكويت وفي الباديه (سهيل شِيف ، سهيل شِيف – أي رُئي – شافه فلان وفلان الحمد لله القيظ انتهى) .

ويعتقد الناس أن انخفاضا في الحرارة يتبع طلوع سهيل فورا ، وان جوف الانسان يبرد بعد طلوعه ولذلك فان العطش لا يكون مؤلما فيما بعد كما ان الماء الذي يترك خلال الليل في الخارج يبرد قرب الفجر بينما كان يظل حارا قبل ذلك .

ســــــهيل :

ويعتبر سهيل أشد النجوم لمعانا بعد الشعرى اليمانيه Sirius وينتمي إلى مجموعة النجوم الثابتة الجنوبية ولا يرى شمالي خط عرض ٤٠° شمالا بسبب قرب هذا النجم من القطب الجنوبي .

ويرى سهيل في نجد بين الاول من سبتمبر والعاشر منه . أما في الكويت فانه يرى – اذا كانت السماء صافية – بعد العاشر من سبتمبر حوالي الساعة ٣,٣٠ الفجر ويكون شديد الانخفاض وقريبا من الافق الجنوبي ، وهو يعني (اي هذا الوقت) نهاية فصل الصيف عند البدو ولا يمكن رؤيته في الكويت قبل ٧ سبتمبر .

وهو يرى اول ما يرى الى الجنوب ويتخذ شكل مساره قوسا صغيرا شديد الانخفاض ثم يغيب ثانية ، ويرى سهيل في الكويت طيلة فصل الشتاء ويكون ارتفاعه عن الافق مساو لارتفاع هلال ثلاث ليال (١٣ درجة تقريبا) ويمكن رؤيته بعد غروب الشمس .

ومن الامثال المحفوظة قول الناس : « اذا دلج سهيل تلمس التمر بالليل » يعني ان التمر يكتمل نضوجه عند طلوع سهيل .

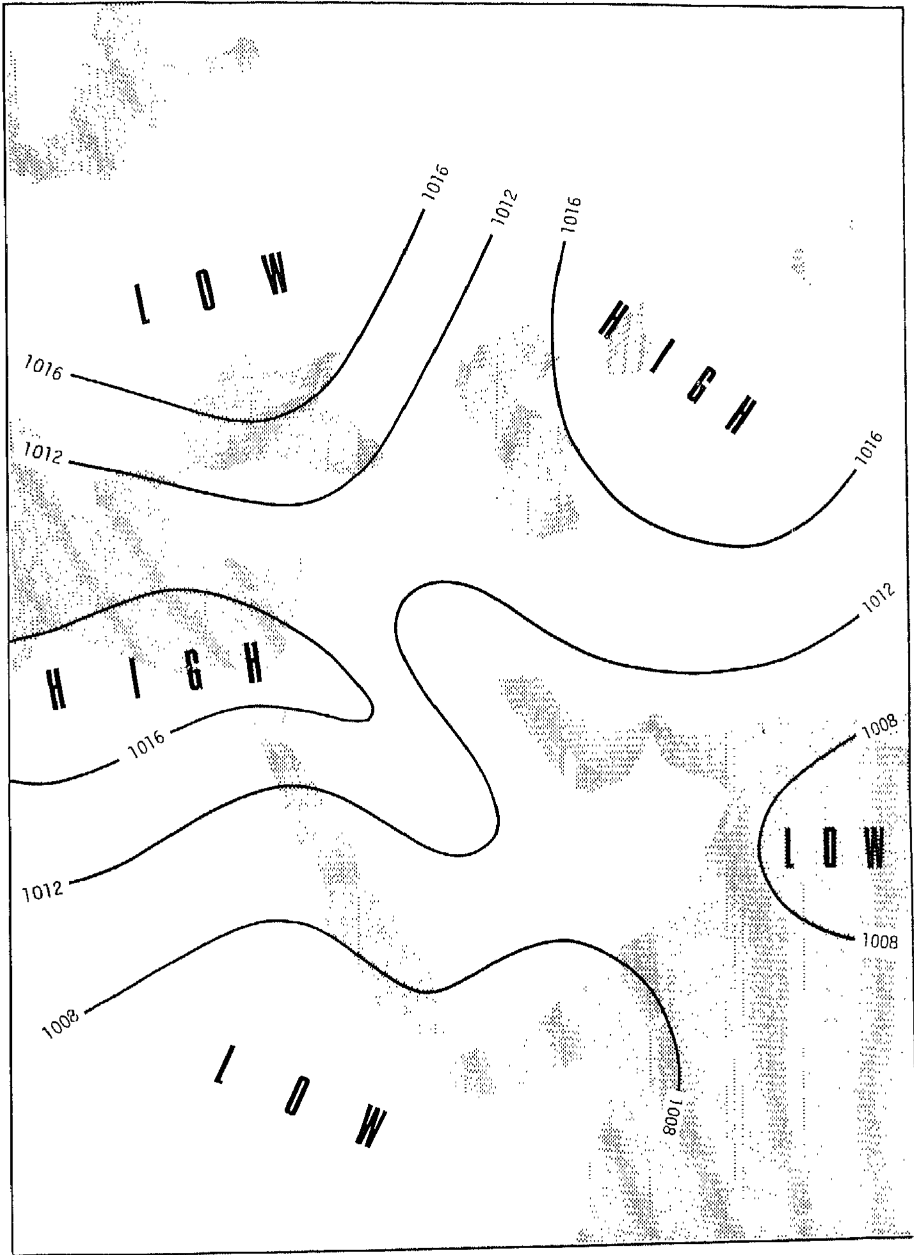
الحرارة والرياح بعد طلــوع سهيــل :

وفي الكويت قول مشتهر وهو ان يوم ٢٤ اغسطس (طلوع سهيل) اذا كانت الرياح شمالية غربية فان اغلب ايام الصيف الباقية سوف تكون شماليه غربيه – جافة – أما اذا صادف دخول سهيل يوما رطبا وكانت الرياح جنوبية شرقية (كوس) فان اغلب ايام الصيف الباقية سوف تكون جنوبية شرقية رطبه.

وقد تبين من استقصاء الرياح السائدة اليومية للفترة التي تلي طلوع سهيل خلال السنوات من ١٩٥٧ – ١٩٧٣ دقة هذا القول الى حد ما حيث اصاب خلال السنوات الماضية في ١١ سنة وأخطأ في ٦ سنوات ، وقد بلغت نسبة الاصابة ٦٥٪ ونسبة الخطأ ٣٥٪ .

ومن الجدير بالذكر ان هذه الفترة التي تبدأ من ٢٤ اغسطس وتنتهي في اواخر اكتوبر وتستغرق حوالي ٧٠ يوما تعتبر من الفترات التي تغلب فيها الرياح ان تكون جنوبية شرقية رطبه بسبب عدم وضوح الدورة الهوائية . وخلال السنوات الماضية تغلبت الرياح الجنوبية الشرقية لمدة ١٠ سنوات اما الشمالية الغربية فقد تغلبت خلال ٧ سنوات فقط .

أما درجة الحرارة العظمى فقد لوحظ أنها تنخفض بعد ١٠ سبتمبر إلى ٤١°
و ٣٩°م بعد أن كانت طوال أشهر الصيف السابقة تتأرجح بين ٤٤° و ٤٦°م ،
وفي نفس الوقت يلاحظ انخفاض درجة الحرارة الصغرى التي تنخفض الى أقل
من ٢٤°م بينما كانت خلال أشهر الصيف السابقة تتراوح بين ٢٧° و ٢٩°م ،
ويرجع السبب في هذا الهبوط الى استمرار الشمس في الانخفاض يوما بعد يوم مما
يؤدي الى ميل الاشعة الواصلة الى سطح الارض وتوزعها على مساحة اكبر من
هذا السطح بالاضافة الى أن الرياح الشمالية الغربية التي تهب خلال هذه الفترة
تأتي احيانا من المرتفع الجوي فوق البحر الابيض المتوسط وهذه الكتلة ابرد من
الكتلة التابعة للمنخفض الموسمي الهندي بشكل ملحوظ .



شكل (٣١) خريطة طقس نموذجية خلال فصل الخريف .

الخريـــــــــــف

(اكتوبر – نوفمـــبر)

الطقس :

دافىء الى حار نهارا خلال اكتوبر معتدل الى بارد نسبيا خلال نوفمبر اذا سادت الرياح الشمالية الغربية ، تبدأ المنخفضات الجوية في عبور البلاد في بداية شهر نوفمبر ، يمكن اعتبار اكتوبر من شهور الصيف خاصة اذا كانت الرياح السائدة جنوبية شرقية ، يتميز شهر نوفمبر بكثرة حدوث العواصف الرعدية .

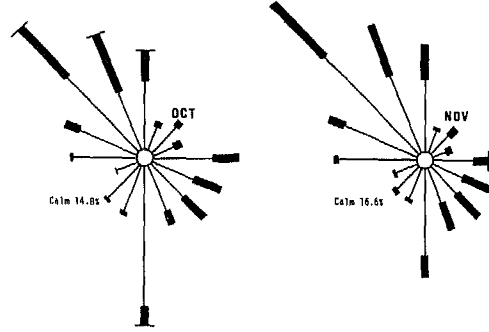
توزع الضغط الجوي :

يتميز فصل الخريف بعدم وضوح توزع الضغط الجوي فوق شبه الجزيرة العربية والخليج العربي بوجه عام (شكل ٣١) ، وقد تبين مما تقدم ان المنخفض الهندي الموسمي يأخذ في الضعف في شهور الصيف المتأخرة وينتج عن ذلك تفككه الى عدة خلايا للضغط المنخفض وباستمرار انخفاض الشمس وبرودة الطقس نسبيا خلال فصل الخريف فوق قارة آسيا فان المرتفعات الجوية فوق آسيا وشرق اوروبا تبدأ في التشكل اولا عن طريق خلايا صغيرة من الضغط المرتفع ثم تلتحم في اواخر اكتوبر وبداية نوفمبر ويظهر على خريطة الطقس المرتفع السيبيري الضخم الذي يأخذ في الكثافة وفي الامتداد جنوبا مما يؤدي بالتالي الى زحزحة مسار المنخفضات الجويةالىالجنوب ويبدأ تأثير هذهالمنخفضات غالبا في الاسبوع الاول من شهر نوفمبر وتكون في بعض السنوات نشطة ومصحوبة بعواصف رعدية وبعض الامطار .

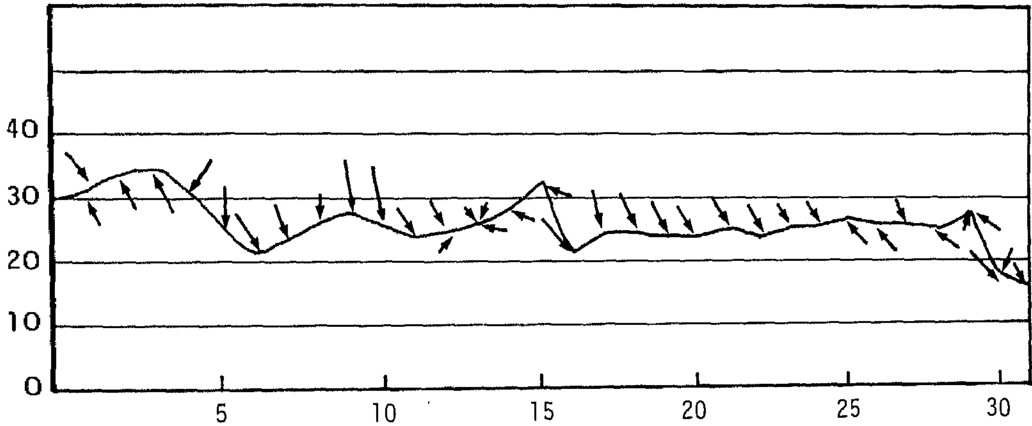
الرياح الســـــــائدة :

خلال فصل الخريف ينخفض متوسط عدد الايام التي تسود خلالها الرياح الشمالية الغربية الى ١٣و١٦ يوما للشهرين اكتوبر ونوفمبر على التوالي ، ويلاحظ

على رياح الفصل انها تكون غالبا ضعيفة تنشط على فترات متباعدة كثيرا ، ومهما يكن من امر فان شهري اكتوبر ونوفمبر يعتبران من أهدأ شهور السنة (شكل ١٦) حيث تسود الرياح الخفيفة ويهبط عدد ساعات الرياح المعتدلة الى القوية الى ادنى مستوى خلال العام كما يرتفع عدد ساعات الرياح الهادئة الى القمة .



شكل (٣٢) الرياح السائدة خلال فصل الخريف .



شكل (٣٣) تسجيلات تخطيطية تبين العلاقة الوثيقة بين درجة الحرارة العظمى واتجاه الرياح في مطار الكويت الدولي ، نوفمبر ١٩٧٢ .

وبالنسبة لأعلى سرعات الرياح المسجلة خلال شهري الفصل فقد لوحظ الآتي :

١ – خلال شهر اكتوبر يكون معظم اعلى السرعات المسجلة من اتجاه شمالي غربي ولكن يلاحظ ظهور سرعات عالية من اتجاه جنوبي شرقي تبلغ نسبتها ٣٣٪ تقريبا من اعلى السرعات الشهرية المسجلة خلال الفترة من ١٩٥٧ الى ١٩٧٢ .

٢ ـ خلال شهر نوفمبر يكون معظم اعلى السرعات المسجلة من اتجاه جنوبي شرقي أو شرقي وتبلغ نسبتها ٨١٪ تقريبا من أعلى السرعات وهو بذلك يتبع شهور الشتاء الذي تكون اعلى سرعاته من اتجاه جنوبي شرقي .

الحـــــرارة :

تتميز درجة الحرارة خلال الفصل بانخفاضها نوعا عن تلك التي كانت خلال الصيف ففي شهر اكتوبر مع ان الرياح السائدة تكون شمالية غربية إلا أنه من الملاحظ أنها تكون في معظم الايام معتدلة الحرارة ويحدث هذا حتى في بداية شهر سبتمبر ، ويرجع ذلك لاختلاف مصدر هذه الرياح فبالرغم من كونها شمالية غربية إلا أنها تهب من الغرب ، من المرتفع الجوي المتمركز فوق شرق البحر الابيض المتوسط حيث يمتد منه ذراع فيغطي شمال شبه الجزيرة العربية ويصل الى الكويت ، ولكن قد تتأثر البلاد بالمنخفض الموسمي الهندي في بعض الايام مما يؤدي الى رياح شمالية غربية حاره .

وفي شهر نوفمبر تبدأ المنخفضات الجوية في عبور البلاد ، وقد لوحظ أن اول هبوط شتوي للحرارة يكون ـ تقريبا ـ يوم ٥ نوفمبر حيث تهبط الحرارة العظمى غالبا من ٣١° او اكثر الى ٢٤°م او اقل نتيجة لتأثير كتلة هوائية باردة (شكل ٣٣) ثم تعود درجة الحرارة فترتفع قليلا ـ غالبا بسبب هبوب رياح جنوبية شرقية ـ ولكنها تهبط حوالي يوم ١٩ نوفمبر هبوطا ملحوظا ثم ترتفع مرة أخرى لتهبط حوالي يوم ٢٨ وهكذا بوجه عام طيلة المدة التي تتأثر فيها البلاد بالمنخفضات الجوية .

وبوجه عام فان درجة الحرارة تأخذ في الانخفاض بسرعة خلال اكتوبر ، ففي حين يبلغ متوسط الحرارة العظمى في اول الشهر ٣٩°م نجدها تنخفض في آخر الشهر الى ٣١°م (الفرق ٨°م) أما الحرارة الصغرى فانها تنخفض من ٢٢°م في اول الشهر الى ١٧°م في آخره (الفرق ٥°م) .

وكذلك الامر خلال نوفمبر اذ ينخفض متوسط الحرارة العظمى من ٣١°م في أوله الى ٢٢°م في آخره في حين تنخفض الحرارة الصغرى من ١٧°م في اوله الى ١٠°م في آخر الشهر .

٥ ـ الامطـــــــار

الامطـــــــــار

حول نواة التكاثف :

يمكن للسحب أن تتواجد أياما بدون أن تمطر في احوال كثيره ، بينما في أحوال أخر يمكن لهطول غزير ان يتطور خلال ساعه أو اثنتين بعد تكوّن السحابة . وهكذا فان على الدارس أن يأخذ بعين الاعتبار ليس فقط تكوّن قطرات الماء في السحب ، ولكن ايضا عمليات انزال المطر .

وقد أظهرت الابحاث ان تكاثف بخار الماء وتحوله الى قطرات مائية يتم فوق جزيئات معينة ، أو نوى Kernels لها ميل كبير لامتصاص بخار الماء وتسمى نواه التكاثف ، ويعني هذا ان جزيئات بخار الماء تكون عاجزة على الالتصاق وتكوين القطرات الا اذا كانت تستطيع ان تبدأ هذا العمل على نوى مناسبه ، وبعد هذه البداية ، فان بخار الماء سوف يتكثف على الماء السائل الذي تكون للتو وأكثر النوى فعالية هي اما جزيئات من املاح بحرية ، او جزيئات ناتجة عن وقود الاحتراق تحتوي على حوامض كبريتية ونتروجينية ، وتتفاوت نواه الملح من ۰٫۱ الى ۱ مايكرون (۱) وقد يصل الكبير منها الى ٥ أو ٦ مايكرون وعدد النوى الملحية في الهواء ضخم ، ويتفاوت من ۱۰۰ الى ۱۰٫۰۰۰ في البوصة المكعبة ، (۱۰ الى ۱۰۰۰ في السنتيمتر المكعب) أما نواه وقود الاحتراق فانها اصغر بوجه عام في الحجم ، ويـتفاوت عددها بـشكل معتبر مع النشاط الصناعي .

تكوّن ونمو قطرات المـاء في السحاب :

يمكن تلخيص عملية التكاثف كما يلي ، عندما يبرد الهواء فان الرطوبة النسبية تتزايد ولكن قبل ان تصل الى ۱۰۰٪ فـان التكاثـف يبدأ فـوق النويات

---

(۱) المايكرون جزء من الف من الميلليمتر .

الاكبر والانشط وتنمو هذه النويات الى حجم قطرات السحابة الكامل عندما تقترب الرطوبة النسبية من ١٠٠٪ .

مدى سرعة سقوط قطرات المطـــر :

تسرع قطرة الماء في السقوط بواسطة الجاذبية الارضية ، وفي الجدول (٤) بعض القيم النموذجية لقطرات كرويه من المطر ، واذا تضمن الهواء حركـة رأسية فان القطرات سوف تسقط متناسبة مع الهواء ذو السرعة المبينة ، و سوف يرى ان القطره الكبيرة يمكن ان تبقى معلقة اذا كانت سرعة التيار الصاعد ٩ متر في الثانية وان القطرات الاصغر سوف ترتفع داخل السحابة ، ومثل هـذه التيارات عادية جدا في السحب الرعديه ، وعندما تتواجد في السحابة قطرات متفاوتة الاحجام ، فان مدى سقوطها سوف يتفاوت كثيرا وسوف يؤدي حتما الى فرص كبيره للالتحام والتجمع .

ومن الجدير بالذكر ان قطرة المطر عندما تنمو ويصل قطرها الى ٧ ملم فإن سرعة سقوطها سوف تكون ١٠ متر في الثانية تقريبا ، وفي مثل هذهالسرعات العالية فإنالقطره تتفلطح ثم تنفلق الى عدة قطرات اصغر (مثل حجم قطرات المطر الصغيرة والرذاذ) وهكذا فإنه يوجد حد أعلى لحجم القطرات التي يمكن أن تتواجد في الجو .

جدول (٤) السرعات النهائية لقطرات الامطار وقطرات السحاب في الهواء الساكن .

القطر (بالمايكرون)	مدى السقوط		شكل القطرة
	قدم /الدقيقة	متر /الثانية	
٥٠٠٠	١٧٥٠	٨,٩	قطرة مطر كبيرة
١٠٠٠	٧٩٠	٤,٠	قطرة مطر صغيرة
٥٠٠	٥٥٥	٢,٨	مطر دقيق او رذاذ كبير
٢٠٠	٣٠٠	١,٥	رذاذ
١٠٠	٥٩	٠,٣	قطيرات سحاب كبيرة
٥٠	١٥	٠,٠٧٦	قطيرات سحاب عادية
١٠	٠,٦	٠,٠٠٣	
٢	٠,٠٢٣	٠,٠٠٠١٢	قطيرات أولية ونوايات
١	٠,٠٠٧	٠,٠٠٠٠٤	

طرق سقوط المطر ونظرياتـــــه :

توجد أسباب تؤدي الى التصاق اجزاء السحابة الدقيقة على شكل قطرات لها احجام تؤدي الى سقوطها من السحابة على هيئة مطر . أولها ان بللورات الثلج الصغيرة سوف يتجمع عليها قطرات الماء الصغيرة جدا فتكبر ومن ثم تبدأ في السقوط ضمن السحابة ، ومثل هذا المطر يسمى بالمطر البارد بصرف النظر عن درجة حرارته عندما يصل الى سطح الأرض .

كذلك من المعروف ان المطر يمكن ان يهطل من السحب التي لا تحتوي على جزيئات ثلجية ، ويسمى بالمطر الدافيء ، ويعتقد بأن سبب بدء التجمع فيه يعود الى نوى تكاثف من ملح البحر لها حجم كبير (٥ مايكرون او اكثر) ومثل هذه النوى سوف تنتج قطرات في السحابة لها حجم يكفي لسقوطها بسرعة اكبر من جزيئات السحابة الباقية .

نظرية البللورات الثلجيـــــــة : The ice-crystal theory

تنص هذه النظرية ــ الهامة ــ على أن الهواء الصاعد تنخفض درجة حرارته بواسطة التمدد وينتج عن ذلك زيادة في الرطوبة النسبية وعندما تصل الرطوبة النسبية قريبا من ١٠٠ ٪ فان القطرات تبدأ في التشكل ، وقد اظهرت الابحاث أن قطرات السحابة لا تتجمد حتى تنخفض درجة الحرارة كثيرا تحت الصفر المئوي فعند درجات الحرارة القريبة من ــ ١٠°م لا تتجمد الا قطره واحده من مليون قطره ، وحتى عندما تكون درجة الحرارة ــ ٣٠°م فإن المدى يبلغ قطره من ألف قطره ؛ إلا أنه عندما تقترب درجة الحراره من ــ ٤٠°م فإن القطرات تتجمد بسرعة ، وعندما تنخفض الحرارة اكثر من ذلك فإن السحب تتكون من بللورات ثلجيــة .

والماء السائل الذي يتواجد ضمن درجات حرارة تحت الصفر المئوي يسمى بالماء تحت البارد Under or supercooled water وطبيعة هذا الماء تحت البارد ليست مفهومة جيدا ، إلا أن الابحاث قد اظهرت أن التجمد يبدأ بواسطة ملوثات متنوعة ، وأن قطرات السحابة تعتبر نقية جدا بمقارنتها بالماء فوق أو في باطن الارض .

وللطبقة التي تحتوي على خليط من قطرات وبللورات الثلج داخل السحابة اهمية خاصة ، حيث وجد ان بخار الماء المتبخر من الـقطرات يـتكثف فــوق البللورات الثلجية ، وبمعنى آخر فانه يتواجد في هذه الطبقة عملية سوف تسبب نمو بعض جزيئات السحابه (جزيئات ثلجية) على حساب جزيئات أخرى وعندما يبلغ حجم ووزن هذه الجزيئات قيما لا يقوى الهواء على حملها فانها تسقط الى الأرض بفعل الجاذبية الارضية إما على شكل مطر اذا كانت درجة الحرارة أعلى من الصفر المئوي أو على شكل ثلج اذا كانت درجة الحرارة اقل من الصفر المئوي بمقدار لا بأس به ، وتدعى هذه الميكانيكية بتأثير بيرجيرون Bergeron — effect نسبة الى مكتشفها بيرجيرون سنة ١٩٢٨ .

نظرية التصادم والالتصاق : The Coalescene theory

وتنص هذه النظرية على ان جزيء السحابة النامي (اما بسبب نواه ملحيه كبيرة أو بسبب بللورة ثلجية) يبدأ في السقوط ضمن السحابة ، وان نموا اكبر سوف ينتج عن طريق الاصطدام Collision . وفي العروض المتوسطة والعليا ، فإن مستوى التجمد يكون منخفض جدا لدرجة ان كثيرا من السحب تصل الى درجات حراره تحت التجمد ، وهنا تكون بللورات الثلج مهمة للقيام ببدء التجمع ، في حين تأتي عملية التصادم في وقت لاحق ، اما في العروض الدنيا ، فان سحبا قليلة هي التي تصل الى درجات حرارة تحت التجمد ، وفي مثل هذه السحب فان المطر ينشأ بسبب كون بعض قطرات السحابة اكبر من البعض الآخر بدرجة ملموسة .

ولتنمو هذه القطرات الى حجم أكبر يساوي حجم قطرات المطر ، فإنه يجب أن تكون السحابة عميقة ، وقد تبين من الابحاث التي جرت في هذا المجال أن السحب المداريه التي يقل عمقها عن ٢٠٠٠ متر لا تنتج المطر ، وان احتمال المطر يتزايد بزيادة عمق السحابة ، وأن السحب التي يزيد عمقها عن ٤٠٠٠ متر فإنها غالبا ما تمطر .

وتكون التيارات الصاعدة في السحابة الرعدية قوية بحيث ترفع قطرات المطر المعتاده الى أعلى ضمن السحابة ومثل هذه القطرات سوف تنمو عن طريق الاصطدام أثناء رفعها لأعلى كما يتم ذلك أيضا عندما تسقط لأسفل فيما بعد ، وعندما يصل حجم مثل هذه القطرات الى الحجم الحرج المذكور سابقا فإنها تنفلق إلى عدة قطرات صغيرة ترفع الى أعلى بسبب خفتها ، وقد يقود هذا الوضع الى نمو ثم انفلاق متكرر مما يؤدي الى انتاج كميات ضخمة من قطرات المطر ، وحالما يتوقف التيار الصاعد أو يضعف أو يتغير الى تيار هابط فإن هطولا غزيرا يحدث ، ومن جهة أخرى فإنه في أنظمة السحب الطباقية المتسعة الامتداد تكون السرعات الرأسية ضعيفة جدا (٥ ـ ١٠ سم/الثانية) وتكون القطرات أصغر بوجه عام وأقل من حيث العدد .

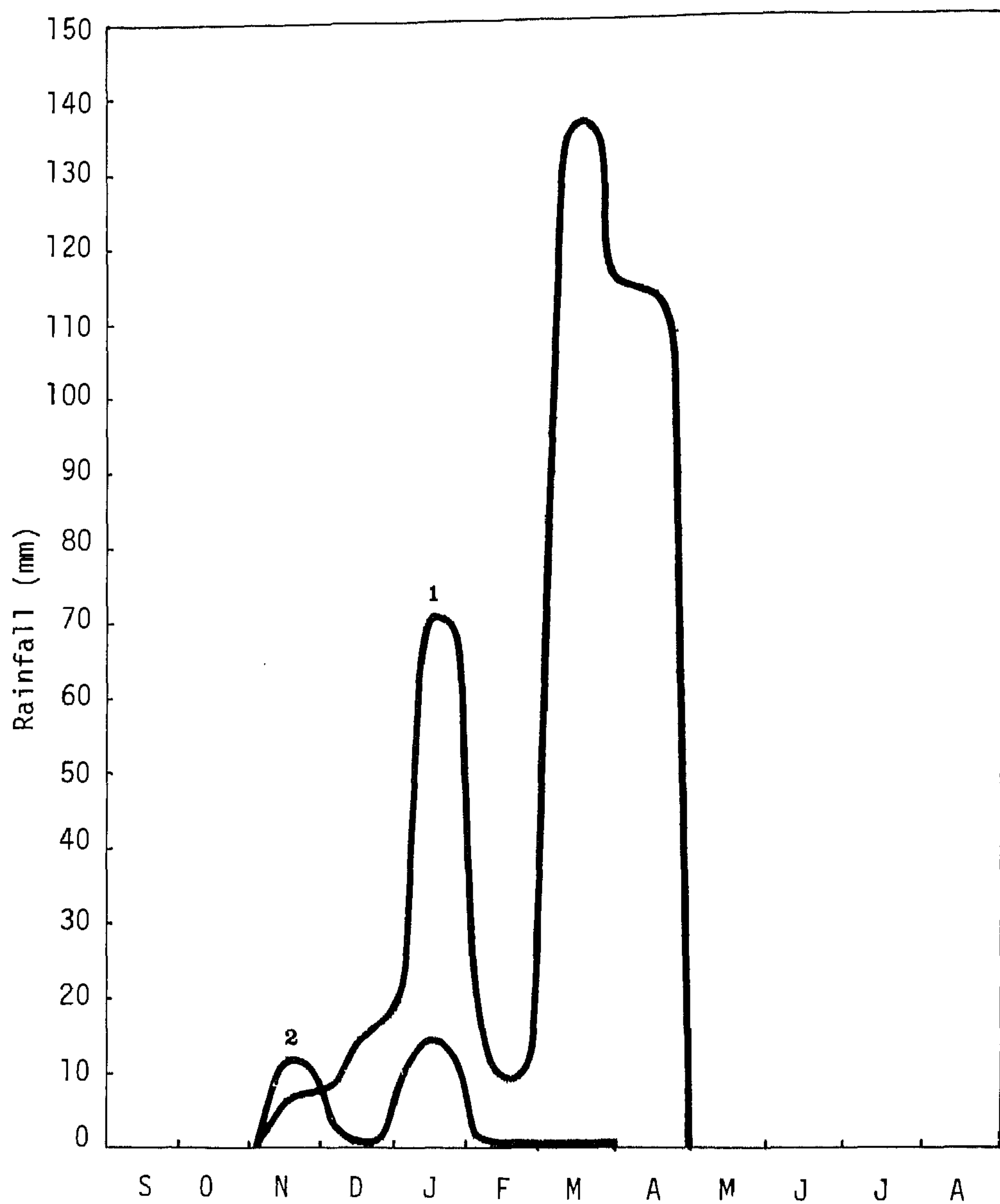
مميزات الأمطـــــار في الكويت :

لا تتميز الأمطار في الكويت فقط بمجاميعها القليلة ، ولكنها تتميز أيضا بتفاوتها الملفت للنظر (شكل ٣٤) ، فقد تمر السنة وتكون الامطار فيها شحيحة لا يتعدى المجموع خلالها ٢٥ ملم ولا يزيد عدد أيام المطر فيها عن ٨ أيام وقد تكون السنة غزيرة الامطار كثيرة العواصف الرعدية فيبلغ مجموع الامطار أكثر من ٣٠٠ ملم ويبلغ عدد أيام المطر أكثر من ٤٠ يومـــا .

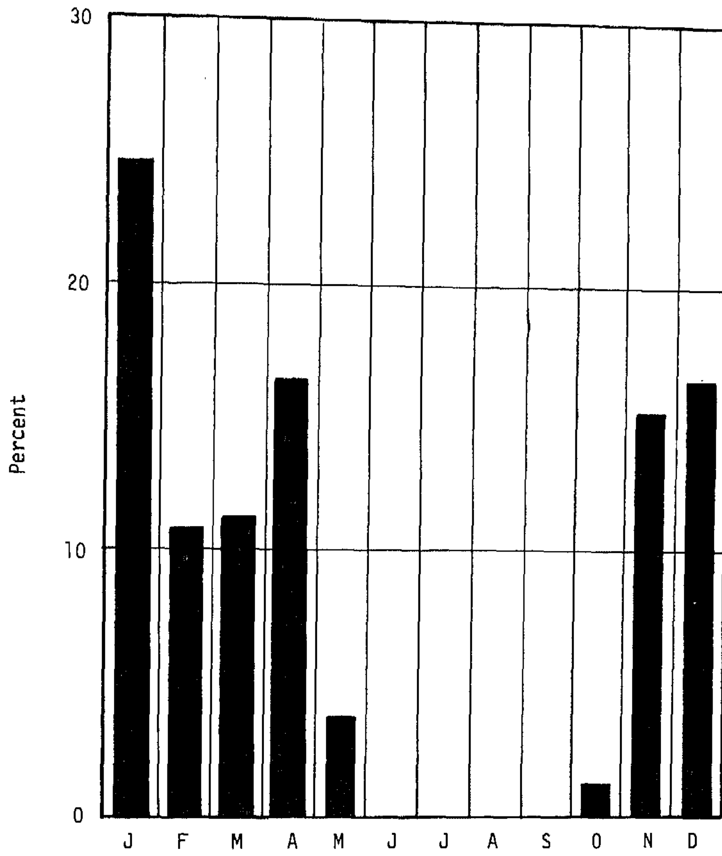
كذلك فإن الامطار في الكويت تهطل غالبا مصحوبة بعواصف رعدية ، وهذه العواصف تؤثر فقط على المناطق التي تقع في خط سيرها ، ولذلك فقد تمر سحابة رعدية نشطه فتعطي فيضانا في الاحمدي – جنوب الكويت – وتكون الجهرة – غرب الكويت خالية تماما من الغيوم أو يحدث العكس ، وقد حدث يوم ١٦ مارس ١٩٧٢ أن تعرضت الكويت لجبهة بارده نشطة ولكن خلايـــا السحب الرعدية الممتدة على طول هذه الجبهة كانت متفاوتة في نشاطها وفي توزيعها فبينما هطل في مطار الكويت الدولي فقط ٨ ملم من المطر وفي الشويخ نصف ملم ، فإن الأحمدي استقبلت في ذلك اليوم ما مجموعه ٩٤,٢ ملم هطل منها ٦٠ ملم تقريبا خلال ساعتين وهو ما يعادل اكثر من ٣ أضعاف المتوسط الشهري لهذه المحطة واكثر من نصف المتوسط السنوي لهـــا .

وبهذا يمكن القول ان الامطار تهطل في الكويت على شكل وابل غالبـــا تختلف كميته اختلافا كبيرا من سنة إلى أخرى في نفس المنطقة كما أنها قد تختلف اختلافا كبيرا في منطقتين متجاورتين في نفس اليوم أو الفصل او السنة ومن الممكن لأي شهر من شهور السنة أن يكون جافا تماما ، وهذه هي طبيعة المطر الصحراوي .

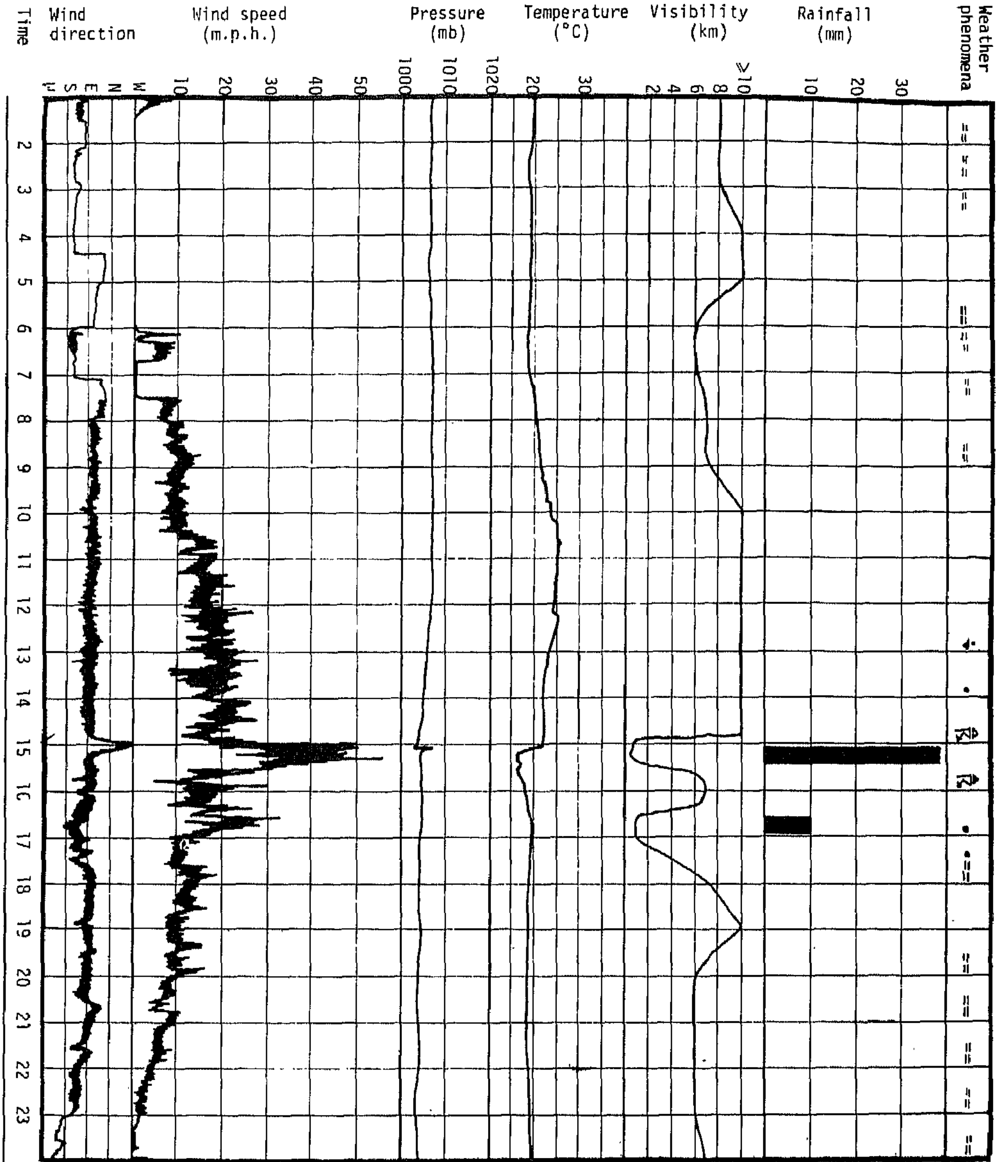
ولكن يجب الاشارة الى أن البلاد تتأثر في بعض السنوات بأمطار من النوع المتواصل الغزير أو الخفيف وخاصة في أواخر ديسمبر وطوال شهر يناير عندما تمر المنخفضات الجوية جنوب البلاد (أمطار الجبهات الدافئة) وتتميز هذه الأمطار بكونها قريبة من الانتظام في مجموع الهطول في مناطق متسعة .



شكل (٣٤) تتميز الامطار في الكويت بتفاوتها الملفت للنظر من سنة لاخرى ، فخلال الفصل المطير ١٩٧٢/١٩٧١ هطل ٣٥١ر٧ ملم في الاحمدي (المنحنى ١) في حين لم يتجاوز في الفصل الشحيح ١٩٦٤/١٩٦٣ ٢٧ر٦ ملم (المنحنى ٢) .



شكل (٣٥) التفاوت السنوي للامطار فـــي مطار الكويت الدولـــي .



شكل (٣٦) تسجيلات تخطيطية تبين العاصفة الرعدية الغزيرة المطر التي عبرت مطار الكويت الدولي حوالي الساعة الثالثة من بعد ظهر يوم ٤ ابريل ١٩٧٦ . لقد نتجت العاصفة عن اجزاء غير مستقرة في القطاع الدافىء من المنخفض المتواجد فوق المنطقة .

موسم الامطـــــار في الكويت :

وعادة يبدأ هطول الامطار في نوفمبر ويستمر وبشكل متقطع جدا حتى إبريل وقد تهطل الأمطار في اكتوبر ومايو ولكنها تتفاوت بشكل كبير من سنة الى أخرى (شكل ٣٥) .

ويندر سقوط الامطار خلال فصل الصيف ولكن لا يستحيل ذلك فقد هطل المطر المصحوب بعاصفة رعدية مساء يوم ٢٥ يوليو١٩٥٦في مدينة الكويت وفي ٢٨ اغسطس ١٩٦٩ ، وفي يوم ٢٧ سبتمبر ١٩٧٣ تعرضت الوفره جنوب غرب الكويت لعاصفة رعدية شديدة وكانت مصحوبة ببرد كثيف وفي اليوم التالي تكونت غيوم رعدية فوق منطقة الشامية واعطت وابلا من المطر متوسط الشده وقد كان لنسيم البحر الأثر الكبير في تشكل هذه الغيوم بالاضافة الى انخفاض درجة الحرارة في طبقات الجو العليـا .

وخلال فصلي الخريف والشتاء يكون هطول الامطار غالبا بسبب عبور المنخفضات الجوية الغربية للبلاد ، أما خلال فصل الربيع فبالاضافة الى أثر المنخفضات الجوية فإن البلاد تتأثر بالعواصف الرعدية المحلية التي تنشأوتضمحل على أرض الكويت .

النهايـــــات :

فيما يختص بكمية الأمطار الشهرية فإن أعلى رقمين سجلا في الكويت كانا ١٨٠,٠ ملم في ديسمبر ١٩٥٦ في الاحمدي و ١٤١,٧ ملم في نوفمبر ١٩٥٤ في الشويخ .

اما بالنسبة لكمية الامطار اليومية فإن أعلى رقمين سجلا في الكويت كانا ٩٤,٢ ملم يوم ١٩٧٢/٣/١٦ في الأحمدي و ٩٠,٠ ملم يوم ١٩٥٤/٣/٧ في الشويخ ، ويلاحظ أن كلا من الرقمين سجل في شهر مارس .

وفيما يختص بشدة المطر Rain Intensity فإن أعلاها هي التي سجلت بتاريخ ٤ إبريل ١٩٧٦ في مطار الكويت الدولي وقد بلغت كمية الهطول ٣٨,٤ ملم

خلال ٢٠ دقيقة أي بمعدل ١,٩ ملم خلال الدقيقة الواحده . أما الشدة العالية التي تليها فهي التي سجلت بتاريخ ٢٢ ابريل ١٩٧٥ في منطقة العمريه وقد بلغت كمية الهطول ٣٩,١ ملم خلال ٢٥ دقيقة أي بمعدل ١,٦ ملم خلال الدقيقةالواحدة.

ومن الجدير بالذكر أن الكويت تعرضت في ٧ مارس ١٩٥٤ الى مثل هذه الأمطار الغزيرة حيث هطل ٥٢ ملم من المطر خلال ساعة واحدة وقد ألحقت هذه الامطار خسائر فادحة بممتلكات الأهالي وخاصة البيوت المبنية من الطين حيث لم يبق حي إلا وانهدم فيه جملة من البيوت وقليل من البيوت الذي لم يسقط منه جدار .

تفاوت عدد ايام الهطول من سنة الى أخرى :

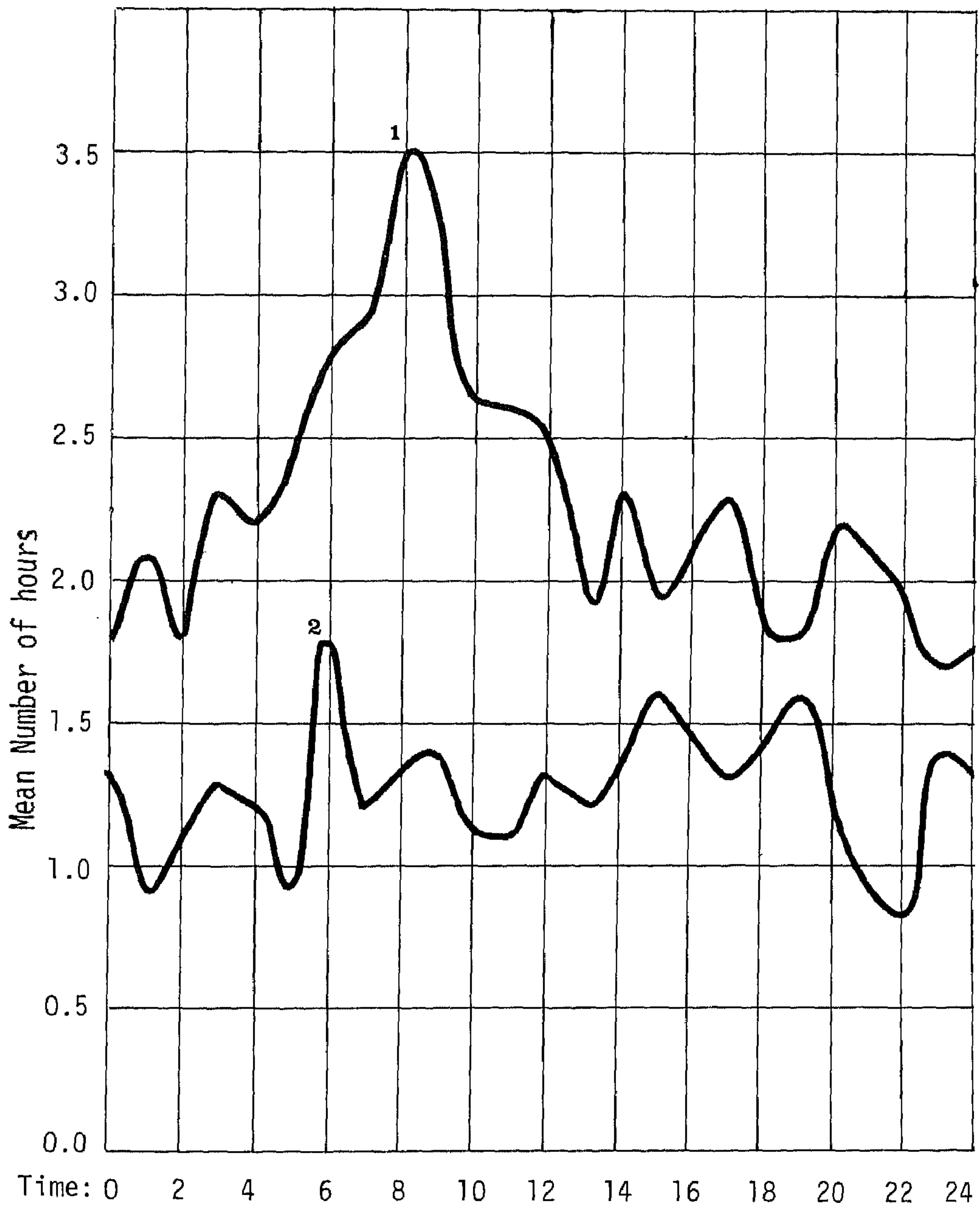
ويتفاوت عدد ايام المطر في الكويت من سنة الى أخرى تفاوتا كبيرا ويبلغ متوسط عدد الايام التي امطارها ٠,١ ملم أو اكثر ٢٦ يوما في السنة ولكن قد يرتفع عدد ايام الهطول خلال سنه واحده الى ٤٥ يوما (الشويخ ١٩٥٧) وقد يهبط الى ٨ أيام (الشويخ ١٩٦٤) ويلاحظ ان شهر يناير هو أغزر الشهور مطرا واكثرها في عدد ايام الهطول وأقربها الى الانتظام .

التفاوت اليومي للامطار :

يتبين من اختبار المنحنى اليومي لهطول الأمطار (شكل ٣٧) في مطار الكويت الدولي الحقائق التالية :

١ ــ خلال فصل الشتاء (يناير) تظهر قمة معترضة من الساعة الخامسة صباحا حتى الساعة الثانية عشره ظهرا مع قمه كبرى الساعة الثامنة صباحا .

٢ ــ خلال فصل الربيع (إبريل) أمكن تمييز ذروتين الأولى الساعة السادسة صباحا والثانية خلال الفترة من الساعة ١٥٠٠ حتى الساعة ١٩٠٠ مساء .



(٢٧) التفاوت اليومي للامطار في يناير (١) وابريل (٢) في مطار الكويت الدولي .

٦ ــ العواصف الرعديـــــــة

العواصف الرعدية

تعرف العاصفة الرعدية بأنها أي عاصفة يسمع فيها الرعد ، ويحدث الرعد غالبا في المنخفضات الجوية والاعاصير المداريه ولكن الذي نعنيه هنا هو تلك العاصفة الرعدية التي تحدث محليا وتستغرق وقتا قصيرا وترجع في تكوينها أصلا الى تيارات الحمل وتنجم أصلا عن سحابة ركام مزني كبيره يميز أعلاها شكل السندان ويهطل المطر خلالها لفترة قصيره ولكن بغزارة وقد يصاحبها البرد .

الظروف المشجعة على حدوث العواصف الرعدية :

تتضمن الشروط الرئيسية لتكوين قوة كبيرة ونشاط في تيارات الحمل اللازمة لنمو العاصفة الرعدية ما يلي :

١ – تزويد لا بأس به من الرطوبه من الاسفل بحيث تكون رطوبه الهواء مرتفعة وذلك من سطح الارض وحتى ارتفاعات عاليه وكافيه فوقه تؤدي الى تشبع الهواء .

٢ – يجب أن يكون الهواء غير مستقر ، أي ان تدرج انخفاض الحرارة ضمن الطبقة التي تتكون خلالها السحابة الرعدية والتي تقع أسفل منها يكون حادا.

وحتى يمكن للسحابة أن تصبح في حجم يمكنها من أن تكون عاصفه رعدية فإن الهواء يجب أن يستمر في الصعود لمسافة من ميل الى أربعة أميال ، ويدل على ذلك ارتفاع السحب الركامية الى هذه المستويات .

وهناك حالتين رئيسيتين يمكن حدوث العواصف الرعدية بواسطتهما :

١ – تسخين الهواء السطحي كما يحدث على اليابسة خلال شهري إبريل ومايو مما يؤدي الى فرق كبير في الحرارة بين الهواء السفلي والهواء العلوي ،

ويؤدي بالتالي إلى حدوث عاصفة رعدية نموذجية ، وتسمى غالبابالعاصفة الرعدية الحارة ، ويحدث مثل هذه العاصفة فوق اليابسة وخلال فترة بعد الظهر عندما ترتفع نسبة الرطوبة في الجو ، ومع أن الهواء يبرد خلال فترة تكون السحب والمطر فإنه يرجع حارا ثانية بعد مرور العاصفة لأن هذه العواصف تحدث خلال الكتل الهوائية الدافئة ، وخلال هذه الحالة يمكن رؤية نمو السحب على شكل كتل مقببه من الركام أو الركام المزني الى ارتفاعات كبيرة دائما وغالبا الى التروبوبوز ونادروا ما تنمو فوقه بسبب استقرار الستراتوسفير الكبير .

وبالإضافة إلى ذلك فإن عواصف رعدية ـ صناعية ـ تحدث أحيانا فوق حرائق الغابات والبراكين النشطة إذا ظهر فرق كبير في درجات الحرارة بين الهواء على سطح الارض والهواء في طبقات الجو العليـا .

٢ ـ ظهور هواء بارد فجأة في طبقات الجو العليا قد يؤدي الى تدرج الحرارة الحاد والى حدوث السحب الرعدية ، ومثل هذه العواصف تحدث في الاجزاء الجنوبية من المنخفضات الجوية حيث توجد في تلك القطاعات تيارات سطحية دافئة رطبة متجمعة من الجنوب والجنوب الشرقي ، وتيارات علوية أشد برودة من الجنوب الغربي أو الغرب ، وتحدث أيضا خلال الليل عندما تقع البلاد ضمن القطاع الدافيء في المنخفض الجوي وتكون السماء مغطاة تماما بالغيوم المنخفضة فيؤدي ذلك الى بقاء حرارة النهار محصورة ضمن طبقة هوائية قليلة الارتفاع بينما تنخفض حرارة الطبقات الهوائية الواقعة فوق قمة السحاب بسرعة مما يؤدي الى ظهور تدرج حاد في الحرارة الرأسية فتحدث العواصف الرعدية ، وغالبـا ما تكون الرياح السطحية هادئة وتميل مثل هذه العواصف الى الحدوث قبيل الفجر وتنتهي عند شروق الشمس .

مراحل تكون السحابة الرعديـــــة :

بدأ الحصول على معرفة تفصيلية للبناء الداخلي للعواصف الرعدية بالظهور عن طريق رصدات تمت على سطح الأرض وبواسطة الطائرات خلال « مشروع

العواصف الرعدية — . Thunderstorm Project. » — الذي تم في الولايات المتحدة فيما بين عامي ١٩٤٦ و ١٩٤٩ ، وتبين من هذا المشروع أن العاصفة الرعدية النموذجية عبارة عن تكتل من خلايا السحب الركامية ، وأن هذه الخلايا ، التي يتراوح قطرها بين ميل واحد وعدة أميال تتضمن — اتفاقا — رأسية عنيفة من الهواء الصاعد والهواء الهابط ، وان حياة الخلية الواحدة يتراوح من نصف ساعة الى ساعة ، مع أن عاصفة رعدية ضخمة — كعنقود من الخلايا المتوالدة — ربما تبقى لمدة ١٢ ساعة .

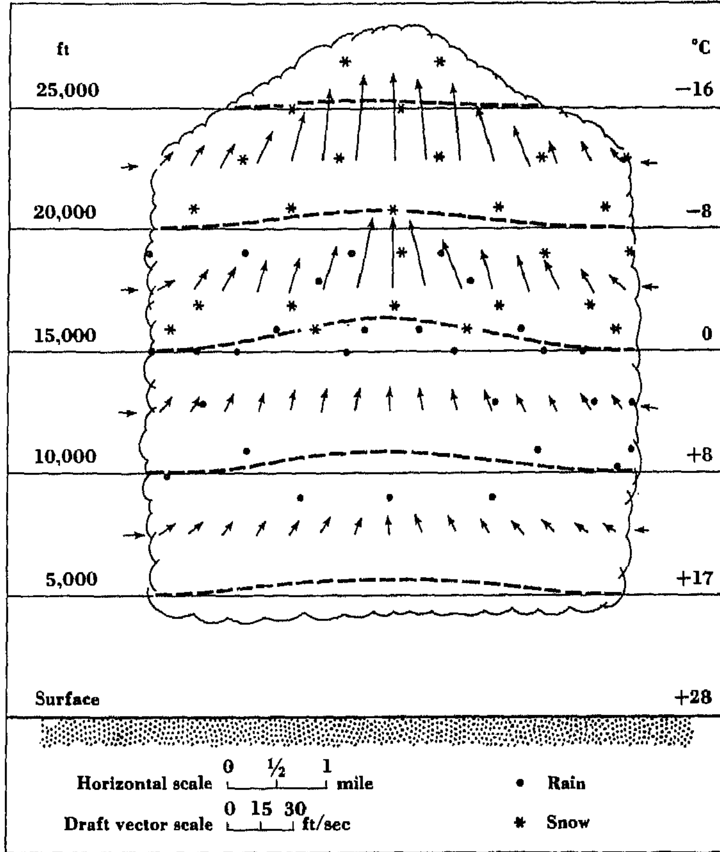
ونتيجة لهذه الابحاث ولما تلاها من ابحاث على مستوى أصغر فقد تكون للدارسين فهما كاملا تقريبا لدورة حياة خلية العاصفة الرعدية والتي تتلخص في ٣ مراحل ، مرحلة التراكم والبناء ومرحلة النضج ، ثم أخيرا مرحلة التشتت والاضمحلال .

١ — مرحلة التراكم والبنـــــاء :

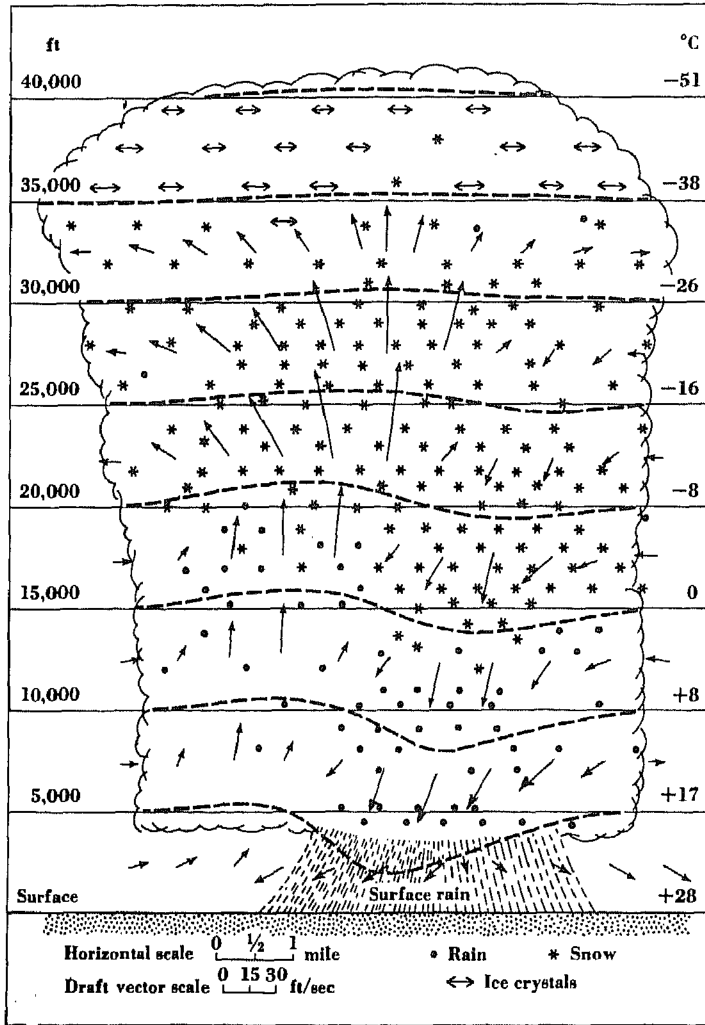
وهي عبارة عن بدء نمو سحابة ركامية صغيرة وتحولها الى سحابة ركامية كبيرة تمتد قاعدتها عبر ثمانية كيلومترات ، ويسود في هذه المرحلة تيار هوائي قوي متجه من أسفل الخلية الى أعلاها وتصل سرعة هذا التيار الى حوالي ١٠٠ قدم في الثانية . وفي نفس الوقت فإن تدفق الهواء نحو الخلية يأخذ مجراه من الجوانب، خلال جميع المستويات بالاضافة الى تدفقه خلال قاعدة السحابة شكل (٣٨) ، وخلال هذه المرحلة تكون السحابة أدفأ من الهواء المحيط الشديد البرودة ولذلك يكون هواء السحابة قابلا للطفو والنمو رأسيا باستمرار حتى يوقفها في النهاية الظروف المستقرة لطبقة الستراتوسفير .

٢ — مرحلة النضج :

تبدأ هذه المرحلة مع سقوط المطر وفي هذه المرحلة تتضخم السحابة وتصل لارتفاعات شاهقة في حين تكون قاعدتها على ارتفاع ٢٠٠٠ قدم ، وقد لوحظ في بعض الابحاث التي أجريت في عواصف فلوريدا أن قمة السحابة تمتد الى ارتفاع من ٢٥,٠٠٠ — ٣٠,٠٠٠ قدم ، حوالي ١٠,٠٠٠ قدم فوق مستوى الصفر المئوي ، وتستمر هذه القمه في الارتفاع شكل (٣٩) .

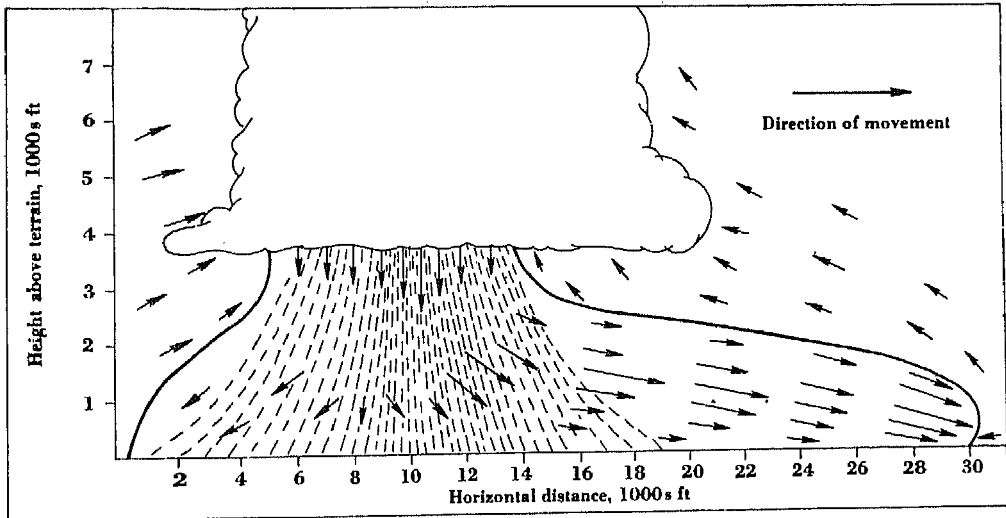


شكل (٣٨) قطاع تخطيطي لسحابة ركامية تطورت ضمن عاصفة رعدية ، لاحظ تدرج الحرارة الموضح على الجزء الايمن من الشكل ، بما ان السحابة أدفأ من الهواء المحيط بها فان حركة التيار الصاعد تكون ظاهرة وخاصة في الاجزاء العليا منها .



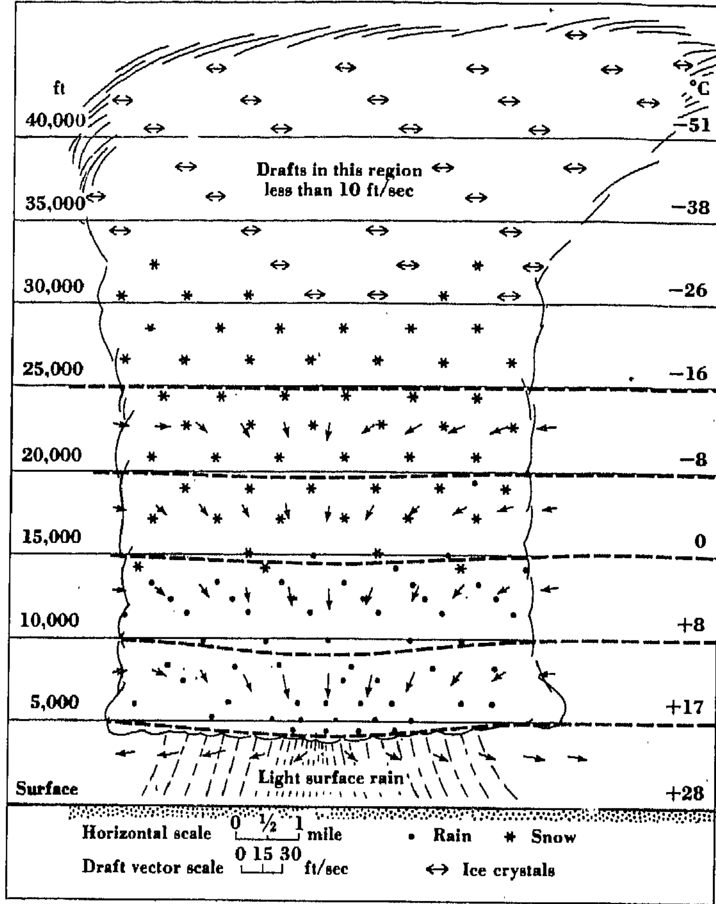
شكل (٣٩) قطاع تخطيطي للسحابة الركامية الموضحة في الشكل ٣٨ وقد تطورت وتحولت الى سحابة رعدية ناضجة تتضمن تيارا هابطا واخر صاعدا ، التيار الهابط ابرد والتيار الصاعد ادفأ من الهواء المحيط مما يزيد كثيرا في حركة التيار الرأسية .

يُنشيء إنهمار المطر تيارا هابطا في ذلك الجزء من السحابة الذي كان يشغله التيار الصاعد من قبل وسبب هذا التيار الهابط في الدرجة الأولى هو المطر إذ ينجذب الهواء الى أسفل بواسطة المطر الساقط ، وعندما يجبر هذا الهواء على الهبوط إلى ٢٠٠٠ أو ٣٠٠٠ قدم عن مستواه الأصلي ، فإنه يكون حتما أبرد من الهواء الصاعد المحيط . لذلك فان التيار الهابط يستمر في الهبوط طوعا بمجرد بدئه ، وتصل سرعة التيار الهابط إلى ٤٠ قدما في الثانية وتصل السرعة إلى أقصاها بعد بدء هطول المطر بوقت قصير ، ولا تمتد التيارات الهابطة أبدا الى قمة السحابة ، أما قوة التيارات الصاعدة في مرحلة النضج فإنها تماثل تقريبا تلك التي في مرحلة التراكم والبناء ، وعندما يصل التيار العلوي الهابط الى سطح الأرض فإنه ينتشر أفقيا فوق الأرض كحوض بارد رطب من الهواء حيث تكون حرارته أبرد من الهواء المحيط به كما أنه يتسبب في هبات قوية وباردة إذ يكون تقدمه عادة حادا ، شكل (٤٠) ، ومن اتجاه مخالف للرياح السائدة قبل ذلك . وضمن التيارات الصاعدة تتكون قطرات المطر الكبيرة التي ربما تكون معلقة أو حتى تتحرك إلى أعلى .



شكل (٤٠) انتشار التيار الهابط من السحابة كحوض بارد رطب .

From General Meteorology by H. R. Byers.



شكل (٤١)قطاع تخطيطي للسحابة الرعدية الموضحة في الشكل (٣٩)وقد استنزفت طاقتها وبدأت في التشتت ، التيارات الصاعدة توقفت والهابطة ضعيفة والفروق الحرارية صغيرة.

From General Meteorology by H. R. Byers.

٣ ـ مرحلة التشتت والاضمحلال :

وفيها يسود التيار الهابط خلال مستويات الخليه الدنيا وتقل كثيرا فاعلية التيار الصاعد وتكون أهميته ثانوية ، وفي آخر الأمر تشارك جميع المستويات الدنيا في تيار هابط خفيف وتنحصر الحركة باتجاه الاعلى والتي تكون عادة خفيفة خلال هذه المرحلة في الاجزاء العليا من السحابة (شكل ٤١) ، وطالما كان التيار الصاعد نشطا كما هو الحال في المرحلتين الأولى والثانية فان السحابة تحافظ على شكلها ــ القرنبيطي ــ ولكن خلال المرحلة الثالثة تتغلب التيارات الهابطه على التيارات الصاعدة ويتشكل السندان المؤلف من البلورات الثلجية ليدل على توقف التيارات الصاعدة تماما وعودتها للهبوط من الجوانب ، واول ما يضمحل من السحابة هو الجزء الاسفل تاركا السندان السمحاقي والبقايا الطبقية في المستويات العالية .

وخلال مرحلة التشتت تستنزف السحابة ما فيها من المياه وتنخفض حدة المطر وتتحول المستويات الدنيا من السحابة الى كتل غير منتظمة ومشتتة تسوقها الرياح بينما تبقى الكتل الكثيفة والسندان السمحاقي في المستويات العليا .

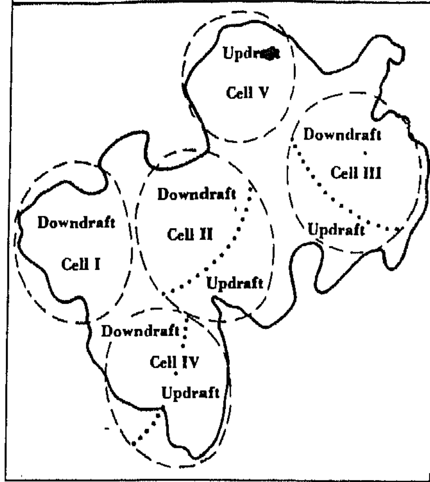
خلايا العاصفة الرعدية وعناقيدها :

غالبا ما تتكون العاصفة الرعدية من عنقود من السحب الرعدية كما في شكل (٤٢) الذي يبين خمسة خلايا .

الخلية (١) عبارة عن سحابة رعدية قديمة لا يظهر فيها الا تيارا هابطا ، أما الخلية (٥) فهي صغيرة نسبيا لأن التيار الموجود فيها صاعد جميعه ، وأما بقية الخلايا فتتوافق مع مرحلة النضج حيث تظهر فيها التيارات الهابطة والصاعدة جنبا الى جنب .

وبالاضافة الى ذلك فقد اظهرت الدراسات ان هناك ميلا واضحا لتكون خلايا جديدة على الجانب الأمامي من تيار خليه قديمه هابط ، فبالرجوع الى شكل (٤٠) يرى أن مقدمة التيار الهابط البارد المنتشرة ستعطي دفعه الى أعلى

للهواء الدافىء وعندما ينتشر التيار الهابط بعد ان ابتعد بعدا كافيا عن السحابة الأم فان حركة الرفع الى أعلى في مقدمة التيار الهابط كثيرا ما تؤدي الى نشأة خلية جديده ، وبهذه الطريقه فان عنقود العواصف الرعدية سيتجدد في الجانب الأمامي بينما تضمحل الخلايا الموجودة في المؤخرة ، ونتيجة لهذا الميل الى التعنقد فان امتداد حياة العنقود ستكون أطول كثيرا من حياة سحابه رعديه واحده .

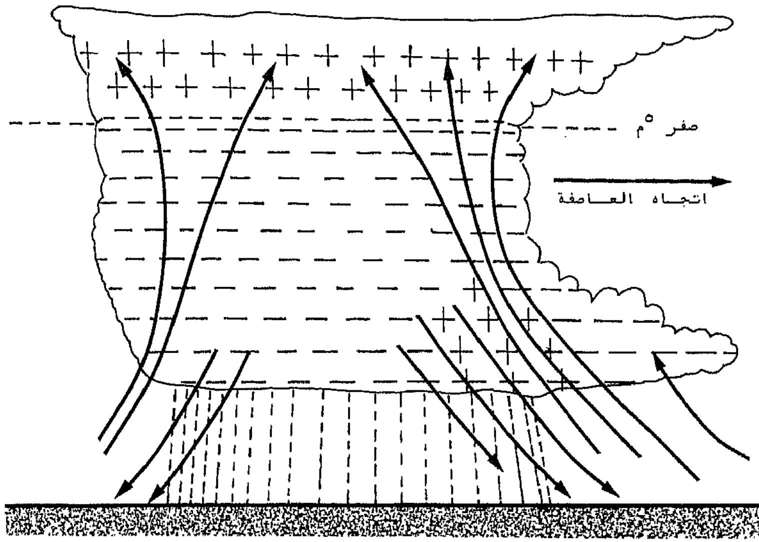


شكل (٤٢)عنقود العاصفة الرعدية .

البـــرق :

أظهرت التجارب في المختبر أن قطرات الماء عندما تتفتت الى قطيرات أصغر أو تتعرض لتيار من الهواء يحولها الى رذاذ فانها تكتسب شحنات صغيرة موجبه من الكهرباء ويكتسب الهواء المحيط بها شحنات سالبه بنفس الحجم ، وهذا الأمر يحدث في كل انقسام تال للقطرات المائية ، وربما يقدم هذا تفسيرا لتواجد الشحنة الموجبة في القسم الأدنى الأمامي من السحابة حيث يسقط بقوة خلال تيار سريع جدا من الهواء الصاعد ، وهكذا فان اختلافا كبيرا في الطاقة ينشأ بين القسم الأدنى من السحابة وبين الارض ، وربما تحدث الكهربه في القسم الأعلى من السحابه نتيجة لاحتكاك بللورات الثلج بعضها ببعض ،فالبللورات تشحن شحنة سالبة وتبقى في وسط السحابه او تهبط ناحية قاعدتها ، اما الهواء فيشحن شحنا موجبا وبصعوده فانه يحمل معه الكهرباء الموجبه الى أعلى السحابة .

هذا العرض يتوافق مع التجارب التي تم انجازها خلال السنوات الماضية ، ويبين شكل (٤٣) توزيع الكهرباء في سحابة رعدية ، ففي الجزء الامامي



شكل (٤٣) مقطع عرضي في عاصفة رعدية محلية نموذجية .

الادنى حيث ينهمر المطر بغزارة تكون الشحنات موجبه أما في الجزء الداخلي والجزء الخلفي الادنى وفي أقصى الأمام تكون الشحنات سالبة ، أما في قمة السحابة فتكون الشحنات موجبة ، كذلك وجد أن قطرات الوابل الشديد من المطر عند بدء العاصفة الرعدية تحمل عادة شحنة موجبة بينما تحمل أمطار القسم الخلفي الثابتة في هطولها على وتيرة واحدة شحنة سالبة .

والبرق عبارة عن شرارة كهربائية على نطاق واسع ، وتحدث هذه الشرارة أو التفريغ بين نقطتين عندما يصل الفرق في الكهرباء الكامنة حدا معينا ، فعندما يكتمل بناء قوة الحقل الحرجه فان التفريغ يحدث على هيئة برق فيحايد المجال مؤقتا ولكن اذا كانت الخلية لا تزال نشطة فان عملية اعادة بناء هذا الحقل تبدأ في الحال ويمكن أن يحدث التفريغ بين السحابه والارض وبين سحابتين مختلفتين أو بين جزئين من السحابه نفسها أو بين السحابة والهواء المحيط ويمكن للعاصفة النشطة التي تتكون من عدة خلايا أن تعطي برقا بمعدل ٤ مرات في الدقيقة ، ولكن يلاحظ أن البرق الذي يحدث بين السحابه والارض يقل كثيرا عن الأنواع الأخرى .

أما ومضة البرق المرئية فانها قناة من الهواء المتوهج لا يتجاوز قطرها انشا أو انشين والبرق عبارة عن تيار مستمر D. C. Current وتتفاوت مـدة الومضة بين ٠٠٠٢, من الثانية الى ربما ثانية واحدة في تفريغ مركب (ومضات متعاقبة في نفس الخط) .

الرعـــد :

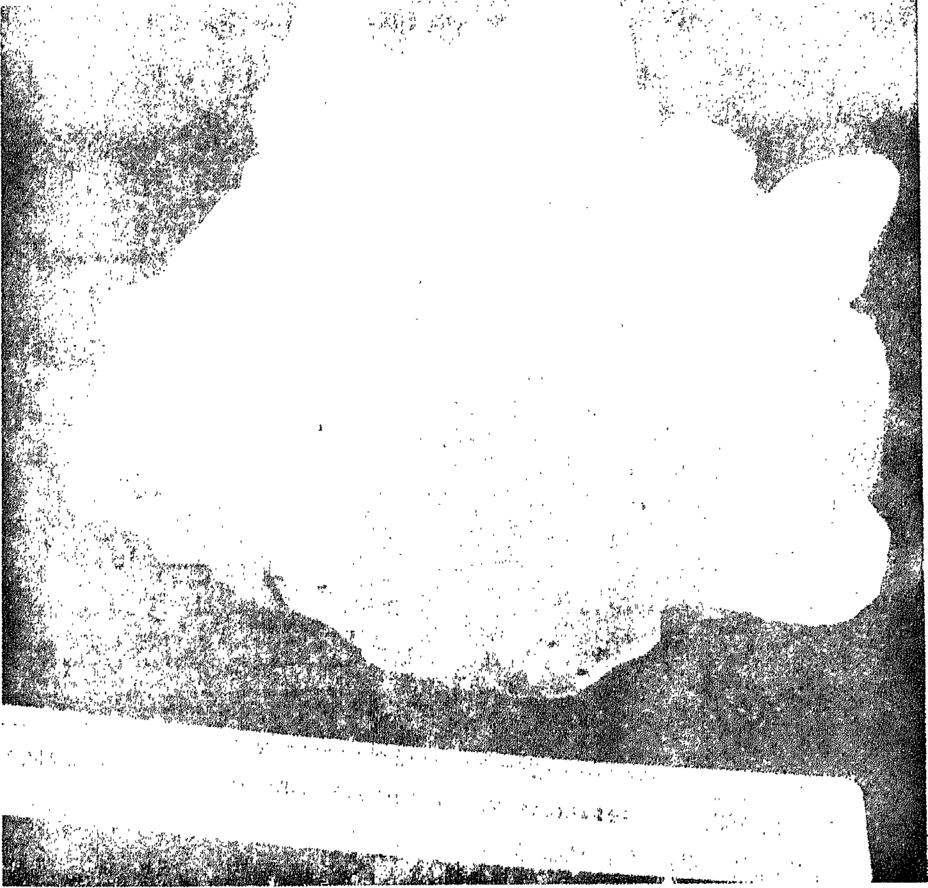
أما الرعد فهو عبارة عن ذلك الأنفجار المصاحب والناتج عن تمدد الهواء الفجائي وبما أن البرق والرعد يحدثان معا في نفس الوقت ، فان المسافة بين البرق والراصد يمكن قياسها بمعرفة الفترة التي تنقضي بين وقت رؤية البرق وسماع الرعد ، ذلك لأن البرق يرى في الحال حيث أن الضوء ينتقل بسرعة ١٨٦,٠٠٠ ميل /الثانية أما الصوت فانه يحتاج الى ٥ ثوان لينتقل ميلا واحد وعليه فان الرعد يأخذ وقتا ليسمع بعد أن يرى البرق ، ويستمر الرعد أحيانا لعدة ثوان لأن طول شريط البرق يبلغ حوالي ميل او اكثر لذلك فان الصوت الذي يصل الى الراصد لا يكون قد انتقل جميعه لنفس المسافة .



شكل (٤٤) شريط من البرق في سحابة رعدية مرت بالمطار يوم ١٥ مايو ١٩٧٦ .

البَـــرَدْ :

يتكون البرد من كريات صلبه من الثلج يتراوح قطر الواحدة منها من أقل من ٧ ملم الى اكثر من ١٣ سم واذا ما قطعت حبة البرد شطرين فانه يمكن رؤية أنها تتكون من طبقات متحدة المركز ـ عادة ٥ طبقات ـ وتتفاوت هذه الطبقات في كثافتها وفي شفافيتها ، والشائع من البرد هو الذي يبلغ قطره ١ سم ولكن قد



شكل (٤٥) حبة البرد القياسية إلتي سجلت بولاية كنساس الامريكية بتاريخ ٣ سبتمبر ١٩٧٠ .

يبلغ حجم الحبة اكبر من ذلك بكثير ، وقد اشتهر حتى وقت قريب بأن اكبر ما شوهد من البرد تلك التي سقطت في بوتر بولاية نبراسكا في الولايات المتحدة بتاريخ ٦ يوليو ١٩٢٨ حيث بلغ محيطها ٤٣ سنتيمترا وبلغ وزنها ١,٥ رطل، وقد سقط في تلك العاصفة بضع كرات من البرد تبعد الواحدة عن الاخرى ١٠ ــ ١٥ قدم تقريبا، إلا أنه بتاريخ ٣ سبتمبر ١٩٧٠ اجتاحت قرية كوفي فيل بولاية كنساس الامريكية عاصفة رعدية عنيفة امطرتها بوابل من البرد بلغ وزن واحدة منها ١,٦٧ رطلا ، كما بلغ محيطها ٤٤ سنتيمترا ، وقد ذكر المركز الوطني للابحاث الجوية (NCAR) هناك بأن هذه هي اكبر حبة سجلت خلال هذا القرن وامكن تصويرها . (شكل ٤٥) .

ويسقط البرد الكبير عادة من مناطق معينة من السحابة الرعدية ولمدة قصيرة اما المناطق التي تتعرض لتلف شديد بسبب سقوط البرد على الارض فانهاتتفاوت في العرض من ياردات قليلة الى عدة اميال والغالب ميل واحد ، وتتفاوت مدة سقوط البرد من ١٠ ثوان الى ٣٠ او اربعين دقيقه والمتوسط ٥ دقائق .

وشكل البرد اما كروي تقريبا أو مخروطي أو قرصي الشكل ، والغالب هو الكروي وخاصة اذا كان حجم البرد صغيرا ، وفي بعض الاحيان تتكون اشكال مثلمه وغير منتظمة من البرد .

تكون البَرَدْ :

يسقط البرد من السحب الرعدية حيث يتواجد في مثل هذه السحب تيار سريع صاعد من الهواء الرطب الدافيء كما تقدم ، وفي مثل هذا التيار يبدأالتكاثف غالبا على شكل قطرات مائية ، ولكن بدلا من سقوط هذه القطرات فانها تحمل الى أعلى السحابة نظرا لشدة التيار الصاعد ، وهكذا تنقل الى أجزاء السحابة العليا التي تنخفض فيها درجة الحرارة الى ما دون الصفر المئوي ويتكون الثلج مما يؤدي الى تجمدها والى واكتسابها طبقه خارجيه من الثلج ، وهكذا تصبح حبه برد . وفي آخر الامر تدخل في نطاق تيار هوائي صاعد اضعف فتهبط الى اجزاء أدنى من السحابة مما يؤدي الى اكتسابها طبقة خارجية من الماء تتجمد حول المركز البارد ، وقد تخضع لتأثير التيار الصاعد القوي مرة أخرى فترتفع مرة أخرى الى الأجزاء الشديدة البرودة من السحابة والتي تنخفض فيها درجة الحرارة الى — ٤٠ْم . وخلال هذه الرحلات فان حبة البرد يمكن أن تنمو بسرعة نظرا للتجمد الذي يحدث حول النواه الثلجية أثناء تصادمها مع قطرات الماء تحت البارده . وعن طريق هذه العمليات تكتسب حبة البرد احيانا عــدة طبقات متعاقبة من الثلج وتصل الى حجم كبير قبل سقوطها الاخير .

العوامل الرئيسية المشجعة على حدوث العواصف الرعدية المحلية في الكويت :

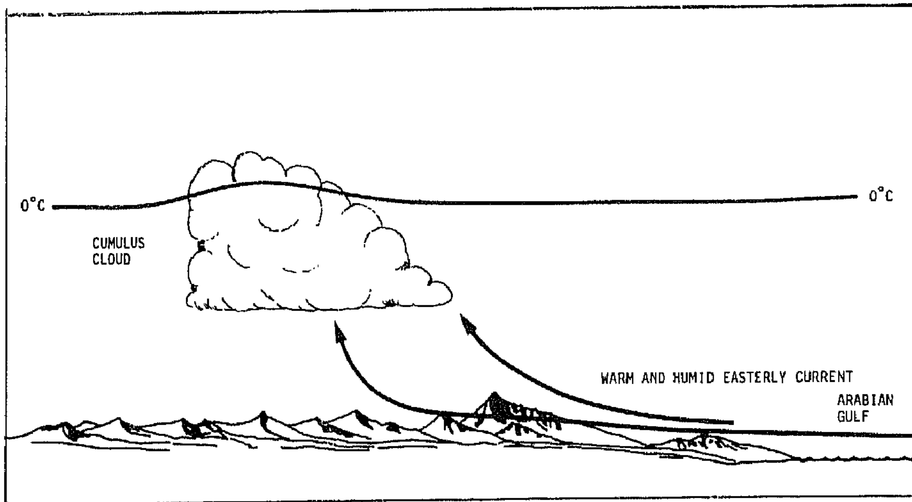
تستمر المنخفضات الجوية في التأثير على الطقس خلال شهري إبريل ومايو من كل عام ، وبعد عبور المنخفض الجوي البلاد تهب الرياح الشمالية الغربية وتكون باردة كما تقدم بيان ذلك في فصل الكتل الهوائية وقد لوحظ أن العواصف

الرعدية المحلية تتطور بالقرب من الساحل ضمن هذه الكتلة في اليومين الأولين لهبوبها ، ويمكن تلخيص الملاحظات التي تمت حول هذا الموضوع كما يـلي :

١ – تهب الرياح الشمالية الغربية وتتبدد معظم سحب المنخفض الجوي السابق وتكون هذه الرياح معتدلة السرعة ثم تخف بعد ذلك وتكون بين هادئة وخفيفة السرعة وتكون درجة الحرارة عادة بين ٢٠°م (الحرارة الصغرى) و ٣٠°م (الحرارة العظمى) .

٢ – تتحول الرياح السطحية قبل الظهر من شمالية غربية الى شرقية غالبا أو جنوبية شرقية وتكون رطبة وتتراوح سرعتها بين خفيفة ومعتدلة ويبلغ ارتفاع هذه الطبقة الهوائية حوالي ١٠٠٠ متر أما الطبقة التي تعلوها فان الرياح السائدة فيها تكون غربية معتدلة السرعة وتتراوح درجة الحرارة فيها من ١٥°م في اسفل الطبقة (١٥٠٠ متر) و – ٥٠°م في أعلاهـا .

ومن الجدير بالذكر أن هذه الطبقة الباردة السميكة هي الكتلة الهوائية الباردة التي تلت المنخفض الجوي الذي عبر البلاد خلال اليومين الماضيين .



شكل (٤٦) الهواء السطحي الدافىء الرطب والهواء العلوي الشديد البرودة والعميق الامتـــداد رأسيا عوامل رئيسية لحدوث العواصف الرعدية المحلية .

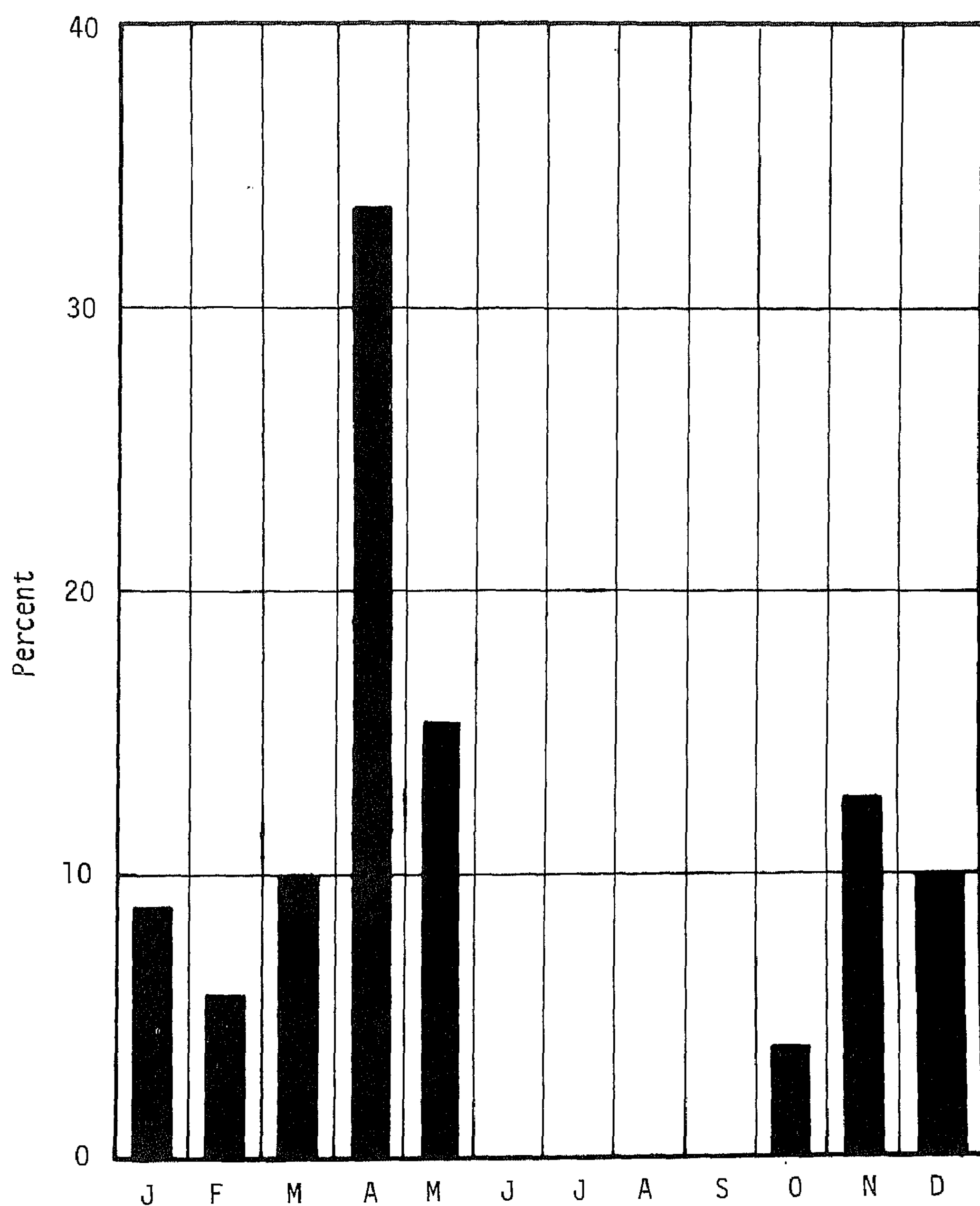
٣ ـ تهب الرياح السطحية الشرقية الرطبة من الخليج العربي نحو الأراضي الواقعة الى الغرب من الخليج وبسبب ارتفاع الشمس في هذا الفصل فان التسخين يبلغ عند الظهيرة قدرا لا بأس به بحيث يرفع درجة الحرارة الى حوالي ٣٠°م وحوالي الساعة الواحدة تبدأ السحب الركامية في مرحلة التراكم والبناء وهي تبدأ عادة بحجم يشبه الكرة ويكون قطرها مترين أو ثلاثة ثم تبدأ في التطور بسرعة ملحوظة حتى أنه يمكن للناظر أن يتابع نموها لأعلى وتجاه الجوانب بدون ملل ، ويرجع سبب هذا النمو الى تواجد الظروف المشجعة المتقدم ذكرها والتي تتلخص في الانخفاض الكبير لدرجة الحرارة في هذه الطبقة العميقة ورطوبة الهواء الصاعد وارتفاع حرارته .

هذا ويجب ان يلاحظ أنه في بعض الايام تبدأ مرحلة التراكم والبناء إلا أن السحب لا تمتد امتدادا كبيرا ومن ثم تبدأ في التلاشي ويتم ذلك خلال دقائق ويرجع السبب في ذلك الى قلة سماكة الطبقة الباردة المحبذة لتطور هذا النوع من السحب ، وقد تكون الطبقة سميكة إلى حد لا بأس به إلا أنها لا تبلغ القدر المطلوب لاتمام عملية النضج فينتج عن ذلك تطور السحب لاحجام كبيرة إلا أنها لا تمطر .

٤ ـ بعد نضج السحابة الرعدية يبدأ المطر في الهطول ويؤدي ذلك الى نشأة تيار هوائي هابط بارد ويصل الى سطح الأرض قادما من السحابة ، وتستنزف السحابة ماءها فتخف حدة المطر وتتجزأ المستويات السفلى من السحابة الى كتل متفرقه أما الكتل الكثيفة والسندان السمحاقي فيتأخر زوالهما الى الليل .

٥ ـ بعد انتهاء المطر وابتعاد المتبقي من السحابة تجاه الشرق تهب الرياح الجنوبية الشرقية مرة أخرى .

٦ ـ لوحظ في كثير من الاحيان حدوث العواصف الرعدية بعد ذلك داخل الخليج العربي بسبب بطء فقدان الماء لحرارته عن طريق الاشعاع خلال



شكل (٤٧) التفاوت السنوي للمواصف الرعدية في مطار الكويت الدولي .

الليل ، ولوجود طبقة باردة عميقة فوقه فان هذا الهواء الحار الرطب الملامس لمياه الخليج يجد الظروف المشجعة تماما لنمو السحب الرعدية التي تنضج خلال الليل — غالبا ما بين منتصف الليل وقبل شروق الشمس — ولكن بعد شروق الشمس ترتفع درجة حرارة الهواء بسرعة مما يؤدي الى هدم أي نشاط للحمل فوق البحر وتعود الظروف المشجعة لتطور السحب الرعدية فوق اليابس .

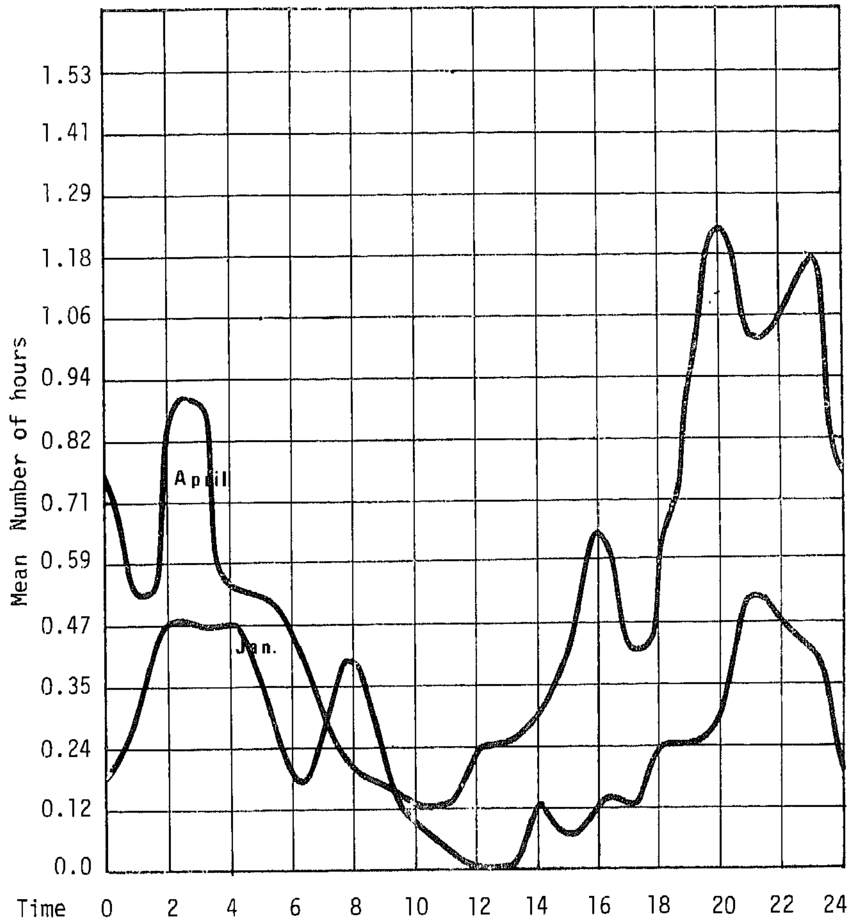
٧ — تستمر هذه الظروف عادة لفترة تتراوح بين يوم وثلاثة أيام ثم تزول بعد ذلك لأن الارتفاع في درجة الحرارة في الاقليم في هذا الوقت من السنة يؤدي الى تلاشي الطبقة الهوائية الباردة السميكة التي تحبذ نشأة هذه السحب والتي تهب كما تقدم ككتلة هوائية باردة بعد عبور المنخفضات الجوية للبلاد .

مميزات العواصف الرعدية في الكويت :

يبلغ متوسط عدد أيام العواصف الرعدية خلال السنة ١٢ يوما ويبلغ متوسط عدد ساعات العواصف الرعدية السنوي ٢٦ ساعة ، ولكن هذه المتوسطات تخفي وراءها كثيرا من التفاوت ، ذلك أن عدد أيام العواصف يختلف من سنة إلى أخرى اختلافا كبيرا فقد يصل عدد أيام العواصف الرعدية إلى ٢٦ يوما (١٩٧٢) وقد ينخفض إلى يومين (١٩٦٤) وقد يصل عدد الساعات التي يحدث خلالها عواصف رعدية الى ٦٠ ساعة (١٩٧٢) وقد ينخفض الى ساعتين فقط (١٩٦٤)

موسم العواصف الرعديـــــة :

وبوجه عام فان البلاد تتعرض خلال فصول الخريف والشتاء والربيع الى عواصف رعدية جبهية (اي ترافق الجبهات الباردة) التي تلي المنخفضات الجوية ولكن يلاحظ أن البلاد تتعرض خلال فصل الربيع بالاضافة الى ذلك لحدوث عواصف رعدية من النوع المحلي وتعرف باسم « السرايات » وتحدث غالبا خلال الفترة من منتصف إبريل وحتى نهاية فصل الربيع في أواخر مايو ،



شكل (٤٨) التفاوت اليومي للعواصف الرعدية في يناير (الشتاء) وابريل (الربيع) في مطار الكويت الدولي .

وتتطور هذه السحب الرعدية بعد الظهر الى الغرب من خط الساحل وتبعد عنه بحوالي ١٥ ــ ٧٥ كيلومترا ، وبعد نضجها تتجه شرقا وقد تصاحبها العواصف الترابية التي ينخفض خلالها مدى الرؤية الى الصفر فجأة وتتسبب في هطول امطار غزيرة قد تكون مصحوبة بالبرد وغالبا ما تضمحل بعد عبورها ساحل الخليج .

ويلاحظ على امطار هذه الفترة حجم قطرات المطر الكبيرة ، وما هي في الحقيقة إلا برد ذائب بعد هبوطه من قواعد غيوم المزن الركامي ، اما نقاط المطر فان معظمها يتبخر أثناء هبوطه من تلك القواعد وقبل وصوله الى الأرض وذلك بسبب سخونة طبقة الهواء السطحية وخاصة خلال شهر مايو كذلك يلاحظ خلال هذه الفترة أن بعض السحب الرعدية قد تستمر عدة ساعات في برق ورعد متواصل ولكن لا تمطر إلا عدة نقاط كبيرة من المطر لنفس السبب .

التفاوت السنوي للعواصف الرعديـــــة :

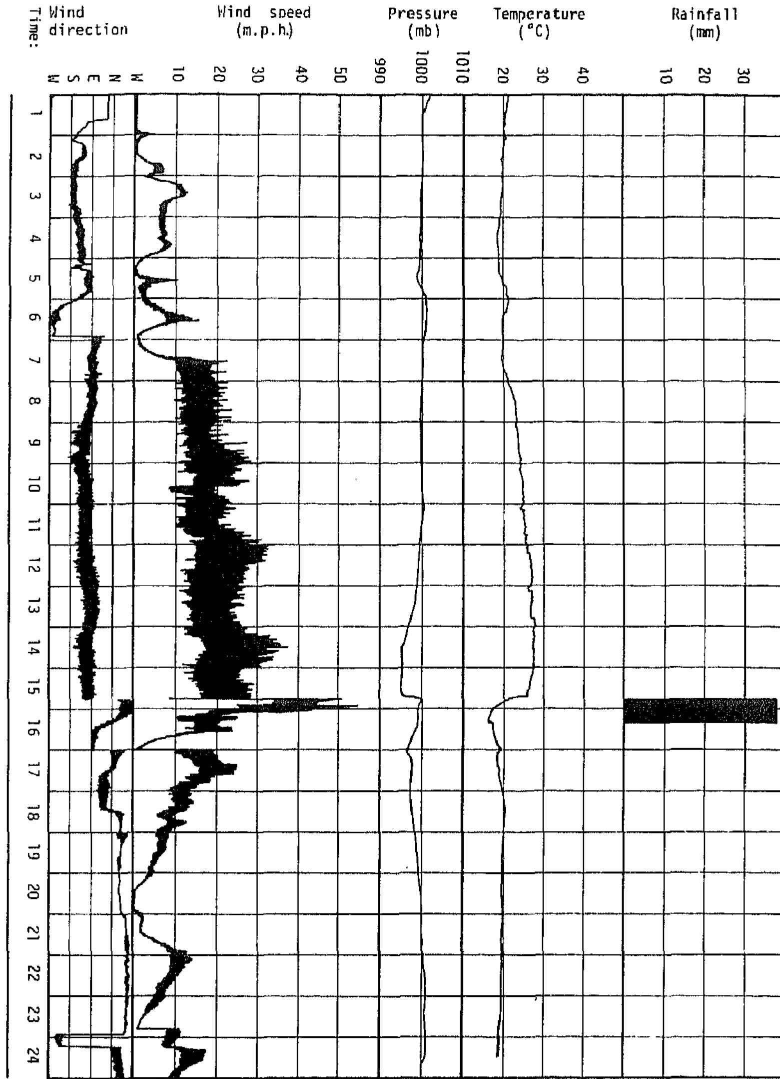
توجد قمتان فصليتان للعواصف الرعدية ، الأولى في فصل الربيع وخاصة في إبريل ومايو ، أما الثانية ففي شهر نوفمبر شكل (٤٧) .

التفاوت اليومي للعواصف الرعديـــــة :

تميل العواصف الرعدية للحدوث خلال أوقات معينة من اليوم (شكل ٤٨) وباختبار التفاوت اليومي لهذه العواصف خلال فصلي الشتاء والربيع اتضح الآتي :

١) خلال يناير يظهر ارتفاع في نسبة العواصف الرعدية خلال الليل خاصة خلال الفترة (٢١٠٠ ــ ٠٥٠٠ توقيت محلي) وكذلك في أول النهار (٠٧٠٠ ــ ٠٩٠٠ توقيت محلي) .

٢) يتميز إبريل بثلاث ذرى ، اكبرها خلال النصف الاول من الليـل (١٨ ــ ٢٤ توقيت محلي) ثم أخرى قبل الفجر (٠٢٠٠ ــ ٠٣٠٠ توقيت محلي) ثم الثالثة الساعة (١٦٠٠ توقيت محلي) وهي التي تحدث غالبا بسبب عدم الاستقرار المحلي الذي يحدث بعد الظهر .



شكل (٤٩) تسجيلات تخطيطية للعاصفة الرعدية التي عبرت مطار الكويت الدولي يوم ٢٢ ابريـــل ١٩٧٥ بعد الساعة الثالثة ظهرا بقليل ، لاحظ ازدياد سرعة الرياح وتحول الأتجاه وارتفاع الضغط الجوي وهطول الامطار وهي التغيرات المعتادة التي تصاحب التيار الهابط من اعلى السحابـــة الرعديـــة

وصف عاصفة رعدية جبهية حدثت يوم ٢٢ إبريل ١٩٧٥ :

كانت البلاد خلال اليومين ٢١ و ٢٢ ابريل متأثرة بمنخفض جوي مصحوب بانخفاض كبير في درجة الحرارة في طبقات الجو العليا وعبرت الجبهة الباردة البلاد يوم ٢٢ إبريل ١٩٧٥ بعد الساعة الثالثة ظهرا بقليل .

وصف الطقس :

كانت الرياح السائدة يوم ٢٢ إبريل ١٩٧٥ من منتصف الليل الى الساعة السابعة صباحا خفيفة إلى منعشه وغالبا جنوبية شرقية إلا أنها نشطت بسرعة بعد الساعة السابعة ليبلغ معدل سرعتها ٢٣ ميلا في الساعة ولتصل هباتها في بعض الاحيان الى ٣٨ ميلا في الساعة وكان الاتجاه السائد خلال هذه الفترة (من السابعة صباحا الى الواحدة بعد الظهر) شرقيا . ولم ينخفض مدى الرؤية عن ٨ كم خلال هذه الفترة .

وفي الساعة الثانية والثالثة ظهرا لوحظ الغبار الخفيف المتصاعد بسبب نشاط الرياح الشرقية وانخفض مدى الرؤية الى ٧ كم .

وفي الساعة الثالثة ظهرت السحب الرعدية في الافق وكانت تتجه من الغرب الى الشرق بسرعة كبيرة وكانت عظيمة الحجم بشكل لم يسبق للكاتب ان شاهد مثله ، وعند اقتراب السحابة الرعدية التي كانت تمتد من الشمال الى الجنوب كان الغبار الكثيف يشاهد ضمن الطبقة الهوائية القريبة من سطح الارض أسفل مقدمة السحابة حيث كانت هذه الرياح الشرقية تتجه نحو السحابة حيث كان يشاهد البرق ويسمع الرعد .

وفي الساعة الثالثة والربع غطت السحابة الرعدية المنطقة جميعها وهبت الرياح بشدة لتصل في بعض الهبات الى ٥٥ ميلا في الساعة وكانت من اتجاه شمالي غربي وهطل المطر بغزارة نادرة لمدة ٣٥ دقيقة وكان مصحوبا بالبرد ، وهبط مدى الرؤية الى ٣٠٠ متر وتغير اتجاه الرياح من شرقية رطبه دافئة الى شمالية

غربية باردة وهبطت درجة الحرارة فجأة ١٢ْم وارتفع الضغط الجوي فجأة ٥ ميلليبار (شكل ٤٩) .

وبعد نصف ساعة تقريبا من بدء العاصفة وبعد أن هطلت كميات ضخمة من الامطار ملأت المناطق المنخفضة وترسب الغبار الذي أثير عند اقترابها أخذت العاصفة في الهدوء التدريجي وتحسن مدى الرؤية بعد توقف المطر الى اكثر من ١٠ كم وتحولت الرياح لمدة قليلة الى شرقية ثم شمالية شرقية ثم شمالية غربية آخذة في الاتجاه نحو الهدوء شيئا فشيئا .

ومن الجدير بالذكر ان محطة العمرية (٧ كم شمالي غربي المطار) قد سجلت هطولا قدره ٣٩,١ ملم خلال ٢٥ دقيقة (١,٦ ملم في الدقيقة الواحدة)

الآثار المترتبة على حدوث العاصفـــــة :

ترتب على حدوث هذه العاصفة الرعدية انقطاع المواصلات البرية بسبب السيول وتأخر مواعيد اقلاع وهبوط الطائرات لمدة قصيرة وتهدم الكثير من البيوت القديمة وحدوث العديد من حوادث المرور .

وصف عاصفة رعدية محلية حدثت في اواخر إبريل ١٩٧٢ :

بعد ظهر يوم ٢٢ إبريل ١٩٧٢ كانت الرياح بين شرقية وجنوبية شرقية خفيفة إلى معتدله وظهرت عدة خلايا صغيره من الغيوم الركامية الى الغرب من المحطة على شكل خط شمالي/جنوبي مواز لخط الساحل وتبعد عنه بين ١٥ و ٢٠ كيلو مترا وكانت الرياح الشرقية الرطبه تنساب ببطء ناحية خلايا هذه السحب وكان مدى الرؤية وقتها جيدا (٧ — ١٠ كيلومترات) . وأخذت هذه الخلايا في التطور والنمو تدريجيا حتى بدت كالقلاع في حوالي ٣ ساعات ، وكانت قواعدها مسطحه تماما ، وفي الساعة الرابعة والنصف تقريبا تحولت الرياح الى شمالية غربية وقفزت سرعة الرياح من الصفر الى ٤٥ ميلا في الساعة وتأثرت محطة المطار بعاصفة رعدية شديدة مع عاصفة ترابية هبط خلالها مدى

الرؤية الى ٢٠٠ متر وبدأت السحب الرعدية في التحرك جهة الشرق وبدأ هطول المطر بغزارة حيث كان المجموع خلال النصف ساعة التي كانت الرياح فيها شديدة حوالي ١٥ ملم وكانت الرياح باردة لهبوطها من المستويات العليا الشديدة البرودة مما أدى الى هبوط درجة الحرارة خلال الهبة الأولى ٨,٥ْم عما كانت عليه وارتفعت نسبة الرطوبة إلى ٩٨٪ .

واستمرت الرياح شمالية غربية نشطة الى عاصفة لمدة ٤٥ دقيقة ثم خفت حدتها بعد ذلك واصبحت خفيفة ثم عادت الى اتجاهها الأول قبل حدوث العاصفة وهو الجنوب الشرقي ، وفي الساعة الخامسة مساء كان البرق كثير التكراروكانت العاصفة مصحوبة بأمطار وتحسن مدى الرؤية الى ٤ كم ، وخلال الساعات الثلاث اللاحقة تحسن الى اكثر من ١٠ كم وعبرت السحب الركامية بأكملها المحطه واستقلت نحو الشرق واضمحلت قطاعاتها السفلى ولم يبق إلا قممها الطبقية العليـــا .

ومن الجدير بالذكر أن سبب حركة السحب الرعدية بعد انتهاء مرحلة التراكم والبناء من موضع نشأتها من الغرب الى الشرق يرجع الى وجود تيار هوائي علوي غربي خفيف ، وقد يقول قائل : فما السبب في عدم حركة هذه السحب الركامية منذ لحظة نشأتها ، فالجواب أن الرياح الرأسية في مرحلة التراكم والبناء تكون قوية بحيث تصل الى حوالي ١٠٠ قدم في الثانية مما يجعل التيـــار الغربي الخفيف كأنه لا وجود له ، ولذلك تبقى السحب في موضعها لساعتين أو اكثر طالما كان التيار الرأسي قويا ، ولكن بهطول المطر ونشأة التيار الهابط وزوال الحركة الرأسية من السحابة بعد ذلك او انخفاض سرعة التيار الهابط إلى أقل من سرعة التيار الغربي الافقي فأن ذلك يؤدي الى عودة تأثير هذا الأخير في حركة السحاب ويدفعه نحو الشرق .

٧ ـ العواصف الترابيـــــة

العواصف الترابيـــــة

كثيرا ما ينشأ عن هبوب الرياح المعتدلة والنشطة فوق التربة القاحلةوالمفككة والمكونة من جسيمات دقيقة تكون ما يشبه الغيوم من الغبار الذي تحمله الرياح في الطبقات السفلى من الهواء ، وعندما يكون الجو مستقرا فان الغبار يبقى في الطبقة القريبة من الأرض ويمكن رؤية السماء بوضوح ولكن عندما تكون كتلة الهواء غير مستقرة فان الاضطراب والحمل يقومان برفع الغبار الى ارتفاعات كبيرة ، ويؤديان الى تكون طبقة سميكة من الغبار المحمول في الاجزاء السفلى من الغلاف الجوي ولذلك تحجب الشمس ويكون قرصها شاحبا وقد يختفي تماما بحيث يحد كثيرا من كمية الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الارض ، واحيانا تكون هذه الطبقة كثيفة ومظلمة بحيث يستلزم على الناس الاستعانة بالمصابيح الكهربائية .

مكونات الغبـــــار :

ويتكون الغبار من جسيمات صلبه يتراوح قطرها من ١ الى ٥٠ مايكرون(١) وتعني كلمة غبار Dust ما يعلق في الهواء من جسيمات جافة ميكروسكوبية ولكنها مرئية ، وبطبيعة الحال فان كمية الغبار الموجودة في الجو تختلف كثيرا من مكان الى آخر ومن وقت الى آخر ، ويتراوح متوسط عدد الجزيئات الموجودة في السنتيمتر المكعب بين ١ و ١٠٠ جزىء ، وتبين بواسطة بعض الابحاث التي اجريت على الغبار بواسطة الطائرات ان ١٠ ــ ٦٠٪ من الغبار الموجود في الهواء القريب من سطح الارض كان يوجد حتى ارتفاع كيلومتر واحد .

---

(١) المايكرون يعادل جزء من الف من المليليمتر .

العلاقة بين سرعة الرياح وكمية الغبار المحمول :

وتستطيع الرياح القوية اجتثاث جزيئات من الرمال السطحية ونقلها في الهواء وتعتمد كثافة هذه الجزيئات في الهواء على سرعة الرياح وعلى حجم وشكل الجزيئات ووزنها ، وبزيادة سرعة الرياح فان بعضا من حبيبات الرمال تبدأ في التدحرج على سطح الارض وخلال تصادمها بحبيبات أخرى فانها تدفعها للحركة وعندما تصل سرعة الرياح إلى حوالي ١١ ميلا/الساعة فان الحبيبات المصدومة تميل الى الطيران في الهواء فترتفع بزاوية بين ٣٠° و٧٠° وتسقط مشكلّة قوسا قليل الانحناء فتلتقي بالأرض بزاوية قدرها ٢° ــ ١٥° ويبلغ مدى الطيران حوالي ٦ أضعاف أعلى ارتفاع تصل اليه الحبيبة ، واذا كانت سرعة الرياح شديدة جدا فان جزيئات الرمال تبقى معلقة في الهواء ، وبالطبع فان اكبر حجم للجزيئات واكبر كمية للرمال المعلقة يكون في الطبقة الأقرب الى سطح الأرض ويقل ذلك بالارتفاع .

الأنواع الرئيسية التي يظهر بها الغبـــــار :

وقد أمكن تقسيم الغبار حسب كثافة الاتربة المحمولة ومدى الرؤية وسرعة الرياح الى الأنواع الأربعة الرئيسية التاليـــــة :

١ ــ السـديم : Haze :

السديم جزيئات بالغة الصغر والجفاف من الغبار (الملح) ، لا ترى بالعين المجردة ولكنها لكثرتها فانها تخفض مدى الرؤية الافقية ، ولا يوجد حد أعلى أو أدنى لمدى الرؤية الأفقية عندما يوجد السديم ، إلا أنه يمكن أن يطلق على السديم الذي ينخفض فيه مدى الرؤية الافقية الى أقل من ١٠٠٠ متر « سديم كثيف » Thick Haze أو غبار معلق كثيف « "Thick Suspended Dust" » والهواء الراكد الملوث كثيرا يستبقى سديميته لأن جزيئات الغبار الناعم جدا تكون بالغة الصغر (أقل من ١ ميلليمايكرون في أغلب الحالات) وخفيفة الوزن لدرجة أنها لا تسقط بتأثير الجاذبية الارضية بسرعة يمكن قياسها ، ولا تتم تنقية الهواء

عادة إلا عندما يسقط المطر أو تنجرف الكتلة الهوائية الملوثة بسبب تغير في توزيع الضغط الجوي .

٢ ـ الغبار المتصاعـــد : Rising dust :

عندما تتجاوز سرعة الرياح حد الاعتدال (١٣ ـ ١٩ ميلا/الساعة) فانها تكون كافية لاثارة رمال الصحراء وجعلها معلقة في طبقة هوائية ارتفاعها ١٥ مترا تقريبا ، وبزيادة سرعة الرياح الى ٣٠ ميلا/الساعة فإن سماكة هذه الطبقة سوف تتعدى ١٠٠٠ متر ، وتهبط الرؤية عادة أثناء تصاعد الغبار الى مدى يتراوح بين ١ و ٤ كيلومترات وجسيمات الرمال الكبيرة التي يبلغ قطرها ١ ميلليمتر تكون ثقيلة لدرجة أنها لا ترتفع اكثر من عدة أمتار اما جسيمات التراب الصغيرة فيمكن حملها خلال جميع الطبقة المضطربة الى ارتفاع ١٠٠٠ متر تقريبا في المناخات الحارة ، وربما استمرت على ذلك طيلة هبوب الرياح بشدة كافيـــة .

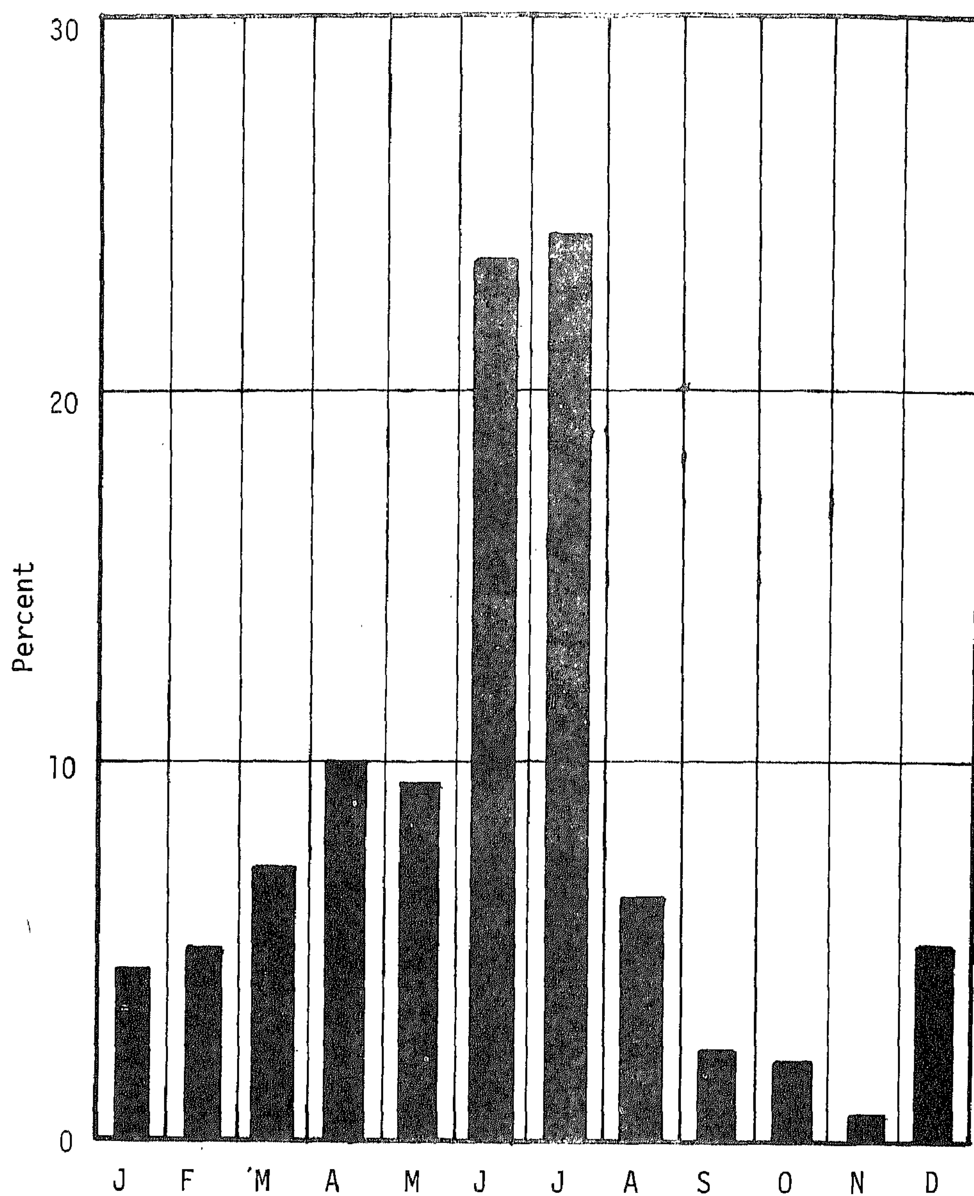
٣ ـ العواصف الترابيـــة : Duststorms :

عندما تقترب الرياح من سرعة العاصفة (٣٢ ـ ٣٨ ميلا/الساعة) فانها تستطيع حمل كميات ضخمة من الرمال والاتربة ونشرها في الهواء خلال مساحة كبيرة من الارض كلما كانت سرعة الرياح كبيرة كلما ازدادت كثافة الغبار في الهواء ، وفي بعض حالات العواصف الترابية الشديدة تحجب السماء ولا يمكن رؤية قرص الشمس حيث يصل ارتفاع الغبار الى ٣ كيلومترات عن سطح الارض ومن الشروط اللازمة لمثل هذه العواصف الترابية الشديدة فترة من الجفاف لا بأس بطولها فوق مساحة واسعة من الصحراء الأمر الذي يؤدي الى توفير جزيئات الغبار الناعمة جدا التي تميزها عن العواصف الرملية ، وتسجل الارصاد الجوية في الكويت عاصفة ترابية اذا تسببت الرياح المحلية في اثارة الاتربة وخفض مدى الرؤية الى أقل من ١٠٠٠ متر ، واذا هبط مدى الرؤية الى أقل من ٢٠٠ متر فإن حالة الطقس المسجلة تكون « عاصفة ترابية شديدة » .

٤ ـ العواصف الرملية : Sandstorms

تشبه هذه العواصف الترابية في مسببات حدوثها ولكنها تختلف عنها في نوع الجزيئات المحمولة ، ففي هذه العواصف يتراوح قطر حبيبات الرمال بين ٨٠ مايكرون و ١ ميلليمتر وتكاد تحصر في الامتار الثلاثة السفلى من الطبقة الهوائية الملاصقة لسطح الأرض ويندر أن ترتفع هذه الحبيبات اكثر من ١٥ مترا عن سطح الأرض ، وتعتبر الأقاليم الصحراوية التي تنتشر فيها الكثبان الرملية التي لا تختلط رمالها بكثير من التراب من أفضل الأماكن التي تتطور فيها العواصف الرملية ، وتسجل الارصاد الجوية في الكويت « عاصفة رملية » اذا تسببت الرياح المحلية في اثارة الرمال وخفض مدى الرؤية الى أقل من ١٠٠٠ متر ، واذا هبط مدى الرؤية الى أقل من ٢٠٠ متر فإن حالة الطقس المسجلة عندئذ تكون « عاصفة رملية شديدة » .

وربما تبين مما سبق أن نوع العاصفة ، ترابية أو رملية يعتمد بشكل كبير على نوع تربة الاقليم ، وحيث توجد التكوينات الرملية في الكويت مختلطة بالتكوينات الترابية فإن العواصف التي تحدث تكون مختلطة ، رملية وترابية حيث تنتشر حبيبات الرمال الكبيرة في الطبقة القريبة من الأرض بينما تنتشر الحبيبات الناعمة جدا في جميع الطبقة وتصل الى ارتفاع ٣ كيلو مترات في بعض الأحيان .



شكل (٥٠) التفاوت السنوي للعواصف الترابية في مطار الكويت الدولي .

العواصف الترابيــة خلال فصــل الصيف

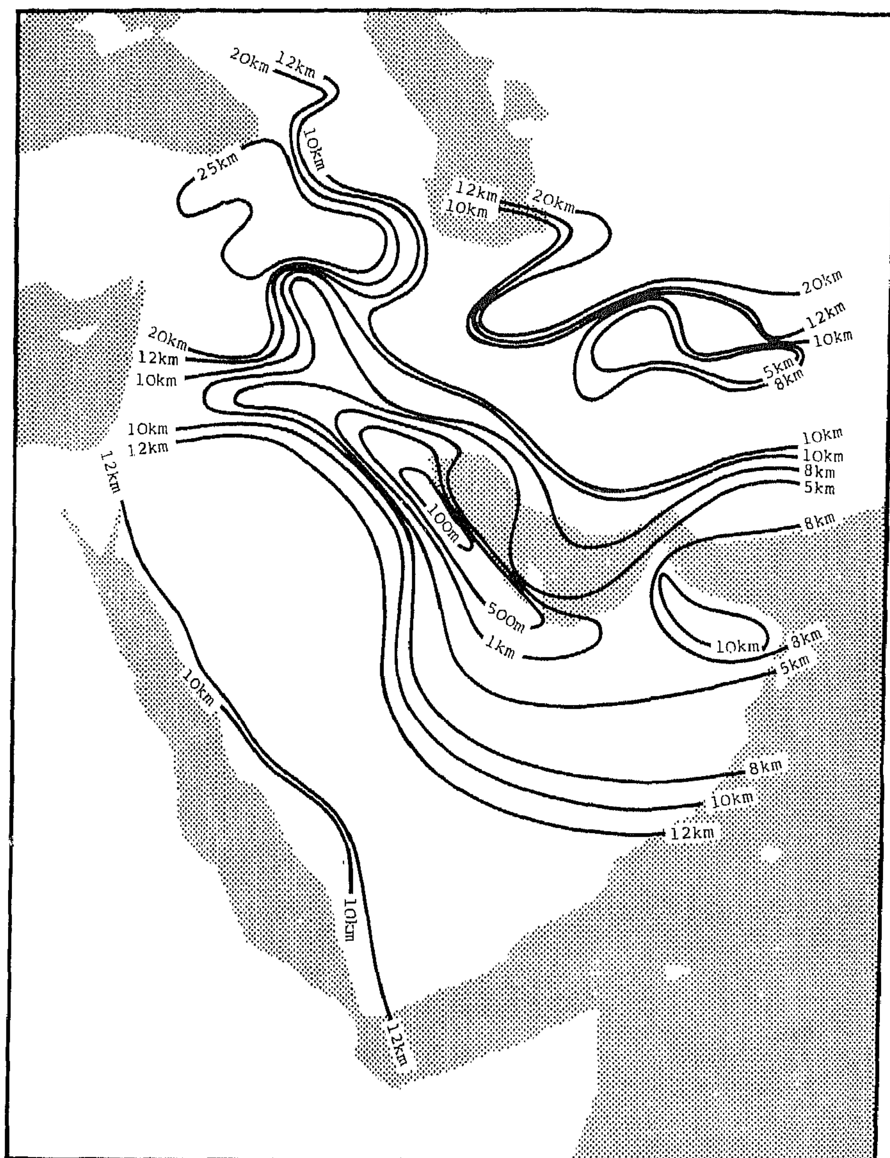
تعتبر العواصف الترابية في الكويت واحدة من أشد الظواهر الجوية تكديرا ويكثر خلال هذا الفصل حدوث العواصف الترابية وتصاعد الغبار وخاصة خلال شهري يونيو ويوليو شكل (٥٠) ويرجع السبب في ذلك الى نشاط رياح المنخفض الموسمي الشمالية الغربية التي تبقى نشطة طالما بقي هذا المنخفض نشطا وعميقا يساعده في ذلك أيضا امتداد المرتفع الجوي النسبي فوق شرقي البحر الابيض المتوسط وتهب هذه الرياح على صحراء العراق الواقعة الى الشمال الغربي من الكويت فتثير الاتربة والرمال وتنقلها الى الجنوب (شكل ٥١) وكلما كانت تربة هذه الصحراء مفككه (بسبب نقص كمية المطر الشتوي) كلما ازداد عنف العواصف الترابية المتطورة فوقها ، وحسب خبرة طياري مؤسسة الخطوط الجوية الكويتية فإن قمة الغبار تصل خلال العواصف الترابية المعتدلة فوقالكويت ٩ آلاف قدم إلا أنها ترتفع الى ١٨ ــ ٢٠ ألف قدم خلال العواصف الترابية الشديدة .

المتوسط الفصلي والتطرف :

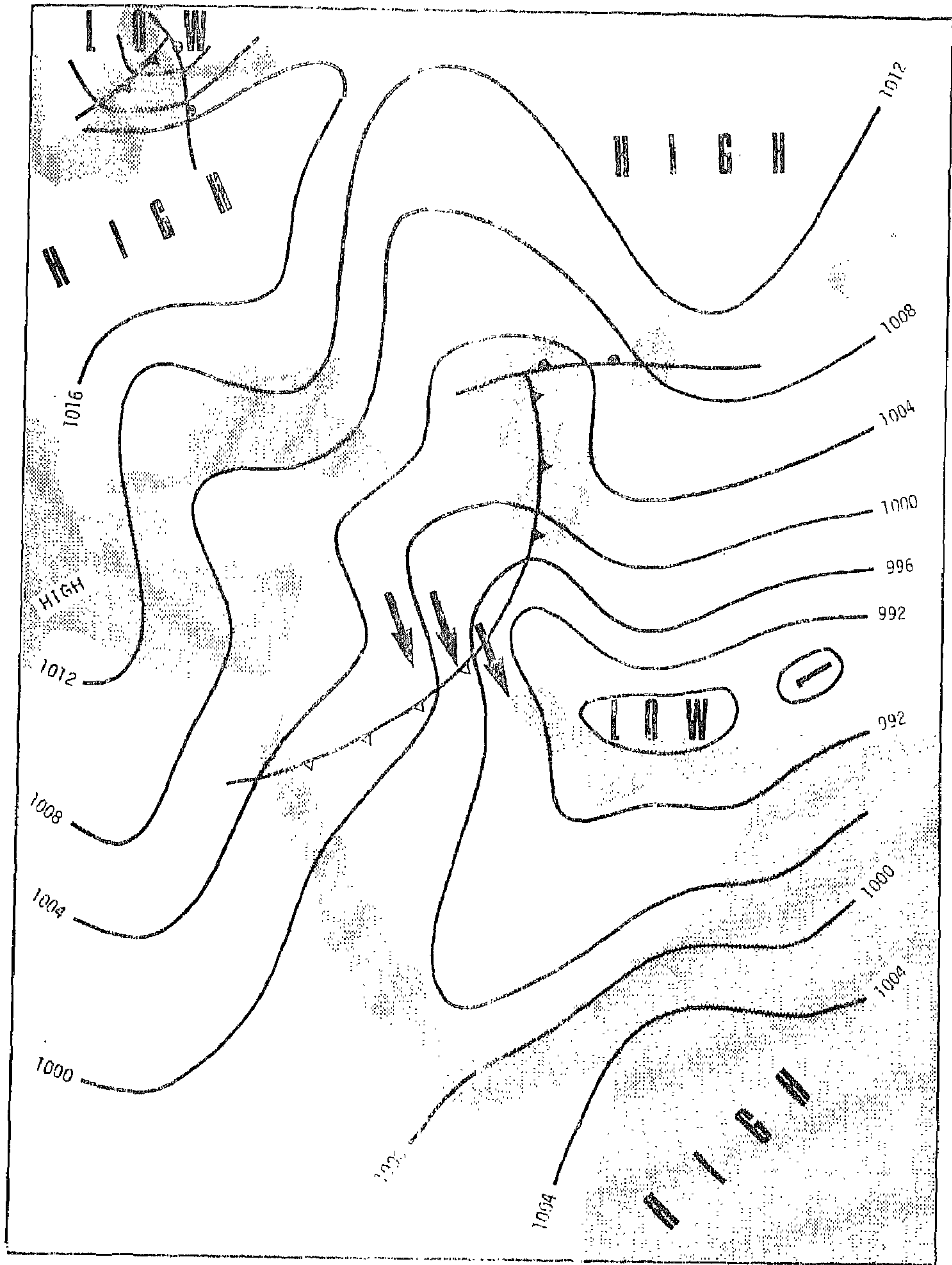
ويبلغ المتوسط الفصلي للعواصف الترابية ١٢ يوما وللغبار المتصاعد ٢٦ يوما وللسديم ٧١ يوما ، ولكن يجب أن يلاحظ ان تكرار حدوث العواصفالترابية خلال فصل الصيف قد يصل الى ١٨ يوما (١٩٧١) والغبار المتصاعد الى ٣٧ يوما (١٩٦٧) والسديم الى ٩٤ يوما (١٩٦٦) .

الفترات العاصفة الرئيسية خلال الفصل :

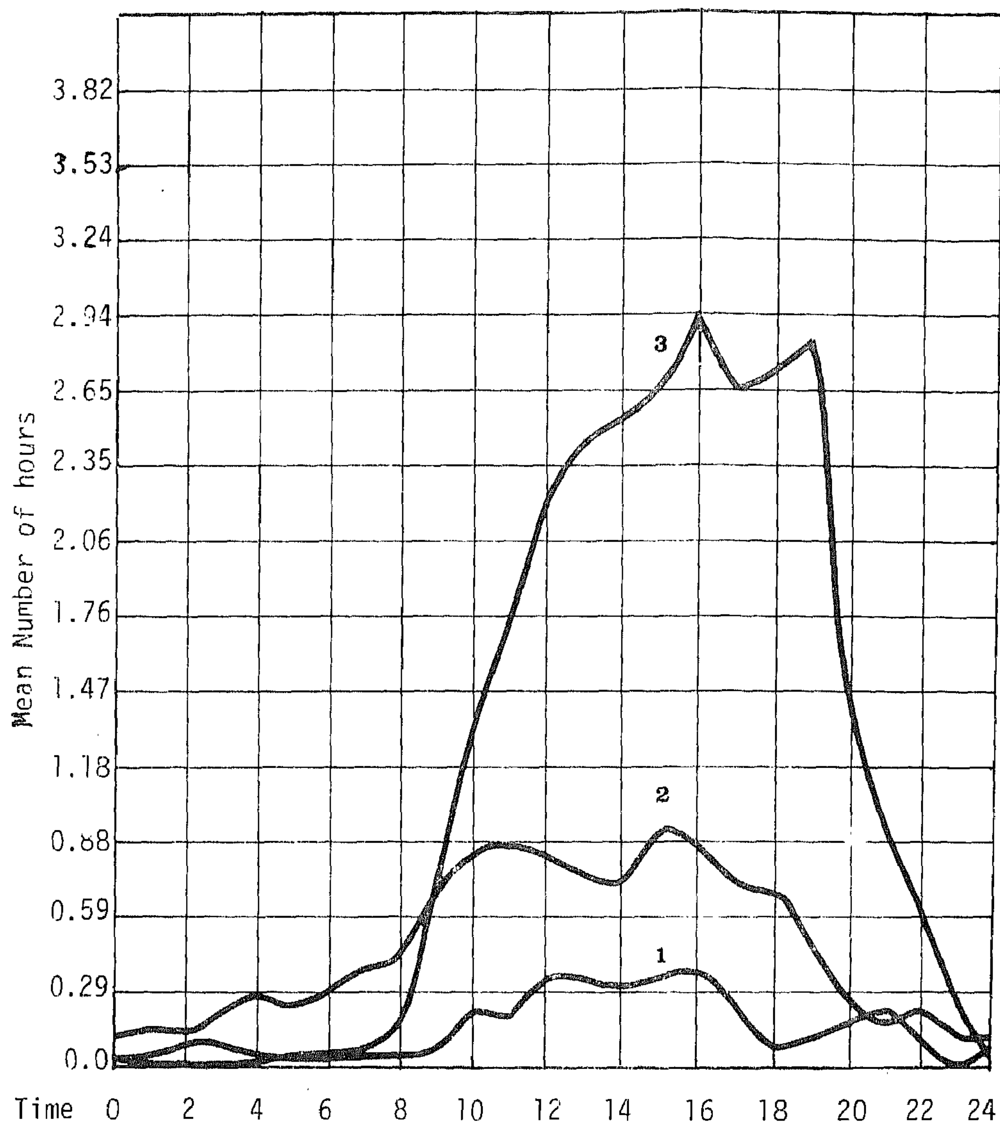
وقد أمكن من تتبع الفترات التي حدثت العواصف الترابية فيها ملا حظة فترات معينة تميل العواصف الترابية للظهور فيها خلال فصل الصيف وهي :



شكل (٥١) انتقال الاتربة من وسط وجنوب العراق بفعل الرياح الشمالية الغربية النشطة الـــى الكويــــــــت .



شكل (٥٢) توزع الضغط الجوي خلال يوم صيفي عاصف .



شكل (٥٢) التفاوت اليومي للعواصف الترابية في مطار الكويت الدولي . (١) يناير (٢) ابريل و (٣) يوليو .

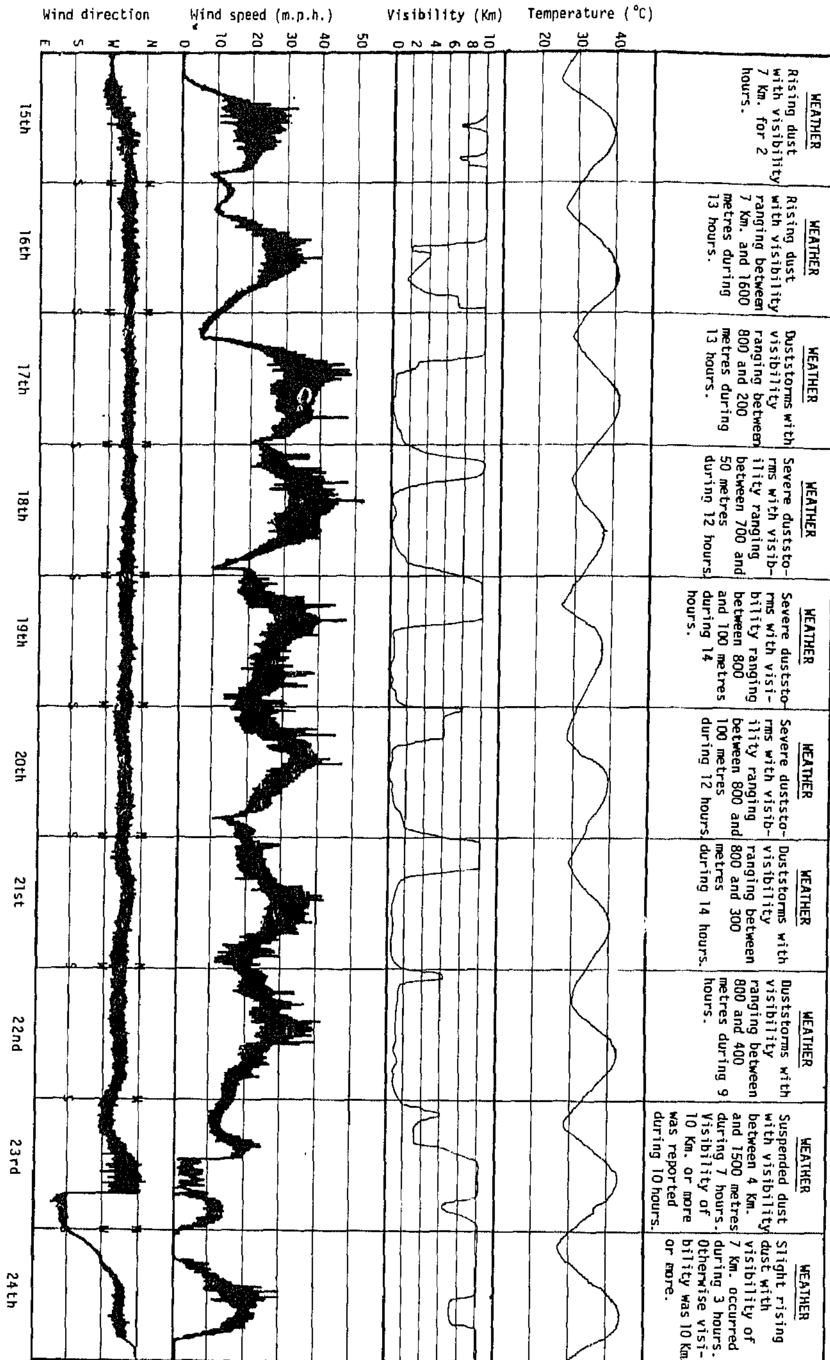
من ٩ — ١٣ يونيو ومن ١٧ — ٢٤ يونيو ومن ١ — ٧ يوليو ومن ٩— ١٧ يوليو ويبلغ متوسط عدد فترات العواصف الترابية خلال الفصل ٥ أو ٦ فترات أشدها عنفا الفترتين الثانية والثالثة .

التفاوت اليومي للعواصف الترابية :

وقد لوحظ من دراسة العواصف الترابية خلال السنوات من ١٩٦٢ — ١٩٧٣ أن تصاعد الأتربة في اليوم الاول يكون خفيفا ويتراوح مدى الرؤية بين ١ و ٤ كيلومترات ، وفي اليوم الثاني يلاحظ ازديادا في كمية الاتربة المتصاعدة فتهبط الرؤية الى أقل من ١٠٠٠ متر بسبب ازدياد سرعة الرياح التي يصل متوسط سرعتها في مثل هذه الحالة عادة الى ٣٥ ميلا في الساعة وقد تحجب السماء ويختفي قرص الشمس تماما ، ولكن بانتهاء النهار تهدأ الرياح تدريجيا ويترسب معظم الغبار خلال الليل ولكن ما أن تطلع الشمس حتى يبدأ تصاعد الغبار من جديد .

وقد يستمر وضع الطقس هذا لمدة تصل الى ستة أيام ثم تهدأ سرعة الرياح الشمالية الغربية وتصحو السماء تماما وقد تظهر بعض السحب وخاصة فوق الخليج العربي ويبقى الطقس جيدا لمدة خمسة أو سبعة ايام ثم ما تلبث الرياح الشمالية الغربية ان تشتد مرة أخرى لعدة أيام ، وهكذا حتى منتصف شهر أغسطس ويرجع السبب في نشاط الرياح المذكورة والذي يستغرق اسبوعا الى ارتفاع الضغط الجوي فوق تركيا وشرق البحر الابيض المتوسط على هيئة كتلة باردة تهب خلف المنخفض الجوي الذي يكون مساره خلال الصيف شمال تركيا ، ويؤدي ذلك بالطبع الى زيادة تدرج الضغط بالنسبة للمنخفض الموسمي (شكل ٥٢) الأمر الذي ينتج عنه زيادة كبيرة في سرعة الرياح الشماليةالغربية بل واعتدال في الحرارة في أحيان نادرة وذلك عندما يغطي المرتفع الجوي معظم شمال شبه الجزيرة العربية .

ومن الشكل (٥٣) يتبين أن نسبة حدوث العواصف الترابية خلال فصل الصيف تسجل أعلى ارتفاع لها خلال ساعات النهار وخاصة ساعات الظهيرة ،



شكل (٥٤) تسجيلات تخطيطية لعواصف ترابية صيفية شديدة حدثت خلال الفترة من ١٥ الى ٢٤ يونيـــــو ١٩٧٣ في مطار الكويت الدولـــي .

وتنعدم تماما خلال الفترة من منتصف الليل وحتى الفجر ، وخلال مثل هـذه العواصف الترابية فانه قد لوحظ أن درجات الحرارة العظمى تنخفض انخفاضا ملموسا قد يبلغ ٦° م من يوم لآخر ، ويمكن ارجاع ذلك الى عده اسباب منها هبوب الرياح من كتلة هوائية شمالية معتدلة الحرارة ، ومنها انخفاض كمية الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الارض بسبب انعكاس جزء كبير من هذا الاشعاع بواسطة قمة طبقة الغبار التي يبلغ ارتفاعها ٢٠ ألف قدم عن سطح الارض تقريبا ، ومنها نشاط تيارات الحمل التي تقوم برفع الهواء الساخن الى أعلى وجلب هواء ابرد من طبقات الجو العليا ، وكلما كانت هذه العواصف مبكره خلال ساعات النهار كلما كان احتمال انخفاض الحرارة العظمى كبيرا .

ويحدث احيانا أن تستمر الرياح خلال العاصفة الترابية في نشاطها ليلا ونهارا فلا تهدأ خلال الليل كما يحدث للعواصف الترابية الصيفية بل تستمر الرياح في نشاطها ولكن بسرعة أقل من تلك التي كانت خلال النهار وما أن تشرق الشمس حتى تعاود نشاطها من جديد ويستغرق حدوثها من ثلاثة أيام الى ستة وقد تنخفض درجة الحرارة العظمى خلالها الى ٣٨,٦°م (٦°م دون المعدل) كما حدث يوم ٢ يوليو ١٩٧٨ ، وتسوء الرؤية بسبب مثل هذه العاصفة كثيرا فتهبط احيانا الى الصفر وخاصة في المناطق التي تتكون تربتها من جزيئات بالغة الصغر وكثيرا ما تحجب السماء وتختفي قرص الشمس .

وقد تستمر الظروف الجوية المسببة لتصاعد الغبار حتى منتصف شهر اغسطس ويندر ان تحدث العواصف الترابية بعد ذلك ، ولكن قد يحدث الغبار المتصاعد الخفيف الذي يستمر بضع ساعات ثم يترسب ، ويلاحظ خلال شهر اغسطس ان طول حالات الغبار المتصاعد والعواصف الترابية التي تحدث خلال اليوم تكون قصيرة اذا ما قورنت بتلك التي تحدث خلال شهري يونيو ويوليو المتقدمين.

وصف عاصفة ترابيـــة صيفية :

حدثت هذه العاصفة خلال الفترة من ١٦ — ٢٢ يونيو ١٩٧٣ (شكل ٥٤) وكان الطقس خلال اليومين السابقين للعاصفة يشوبهما الغبار المتصاعد الخفيف

Time (local)	Date										
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
0400						↑S		∞	∞		
0500						↑S		↑S	s		
0600						↑S	↑S	↑S	s		
0700				↑S		↑S	↑S	↑S	s		
0800				↑S	↑S	-S→	↑S	↑S	↑S		
0900			↑S	-S→	-S→	-S→	↑S	↑S	∞		
1000		↑S	↑S	-S→	-S→	-S→	-S→	↑S	∞		
1100		↑S	-S→	-S→	-S→	-S→	-S→	↑S	∞		
1200		↑S	-S→	-S→	-S→	-S→	-S→	↑S			
1300	↑S	↑S	-S→	-S→	-S→	-S→	-S→	-S→			
1400		↑S	-S→	-S→	-S→	-S→	-S→	-S→		↑S	
1500		↑S	-S→	-S→	-S→	-S→	-S→	↑S		↑S	
1600		↑S	-S→	-S→	-S→	-S→	-S→	-S→		↑S	
1700		↑S	-S→	-S→	-S→	-S→	-S→	-S→			
1800	↑S	↑S	-S→	-S→	-S→	-S→	-S→	-S→			
1900	∞	↑S	-S→	-S→	-S→	-S→	-S→	-S→			
2000		↑S	-S→	-S→	-S→	↑S	-S→	-S→			
2100		↑S	-S→	-S→	-S→	s	-S→	s			
2200		↑S	-S→	s	-S→	s	-S→	s			
2300			-S→	∞	↑S	↑S	-S→	s			
2400			↑S	∞	↑S	∞	s	s			
0100			↑S		↑S		s	s			
0200			↑S		↑S		s	s			
0300			↑S		↑S		∞	s			

-S→ = Duststorm ↑S = Rising dust s = Suspended dust ∞ = Haze

شكل (٥٥) مخطط ساعي يبين المواصف الترابية التي حدثت خلال الفترة من ١٥ الى ٢٤ يونيو ١٩٧٣ في مطار الكويت الدولي .

والسديم ولم يتدني مدى الرؤية عن ٧ كيلومترات خلال اليوم الاول في حين بلغت أعلى سرعة للرياح الشمالية الغربية ٢٦ ميلا /الساعة ، اما في اليوم الثاني فقد ازدادت سرعة الرياح فبلغت أعلى سرعة ٣٠ ميلا /الساعة وهبط مدى الرؤية الى ١٦٠٠ مترا .

(١) وفي يوم ١٧ (وهو أول ايام العاصفة الترابية) اشتدت سرعة الرياح الشمالية الغربية فبلغت ٣٩ ميلا /الساعة وتصاعد الغبار وهبط مدى الرؤية الى ٥٠٠ متر او أقل خلال ١٠ ساعات وبلغ أدنى مدى للرؤية ٢٠٠ متر خلال ساعات العصر وحجبت السماء لمدة ١١ ساعة .

(٢) وفي يوم ١٨ استمرت الرياح الشمالية الغربية في هبوبها وكانت أشد من اليوم السابق فبلغت أعلى سرعة للرياح ٤٥ ميلا /الساعة وهبط مدى الرؤية الى ٥٠٠ متر أو أقل خلال ١٢ ساعة ، وبلغ أدنى مدى للرؤية ٥٠ مترا الساعة ١١ صباحا وحجبت السماء لمدة ١٤ ساعة (شكل ٥٥) .

(٣) وفي يوم ١٩ استمرت الرياح الشمالية الغربية في هبوبها وكانت أقل سرعة من اليومين السابقين فبلغت أعلى سرعة ٣٨ ميلا /الساعة وهبط مدى الرؤية الى ٥٠٠ متر او اقل خلال ١١ ساعة وبلغ ادنى مدى للرؤية ١٠٠ متر خلال ساعات العصر وحجبت السماء لمدة ١٥ ساعة .

(٤) وفي يوم ٢٠ عاودت الرياح الشمالية الغربية نشاطها وبلغت أعلى سرعة ٤١ ميلا /الساعة وهبط مدى الرؤية الى ٥٠٠ متر أو اقل خلال ١١ ساعة وحجبت السماء لمدة ١٥ ساعة .

(٥) وفي يوم ٢١ استمرت الرياح الشمالية الغربية في نشاطها ولكن بسرعة اقل من الايام السابقة حيث بلغت اعلى سرعة ٣٤ ميلا /الساعة وهبط مدى الرؤية الى ٥٠٠ متر او اقل خلال ١٠ ساعات وحجبت الشمس لمدة ١٣ ســـاعة .

(٦) وفي يوم ٢٢ وهو اليوم الاخير استمرت الرياح الشمالية الغربية في هبوبها بنفس السرعة التي سادت خلال اليوم السابق ، وهبط مدى الرؤية الى ٥٠٠ متر او اقل خلال ٧ ساعات وحجبت السماء لمدة ٨ ساعات .

وفي اليوم التالي لم تزد سرعة الرياح الشمالية الغربية عن ٢١ ميلا /الساعة وأخذ الطقس في التحسن التدريجي خلال الصباح ، وبعد الساعة التاسعة ارتفع مدى الرؤية الى ١٠ كيلومترات وخفت سرعة الرياح ، بل تحولت خلال العصر الى جنوبية شرقية ولم تحجب السماء خلال اليوم ولم يظهر من الظواهر الجوية سوى السديم الذي تخلف من العواصف الترابية السابقة .

ومن الجدير بالذكر ان مدى الرؤية خلال ايام العاصفة السابقة كان يتحسن خلال الفجر ويصل الى ١٠ كيلو مترات او اكثر في بعض الاحيان .

وقد لوحظ ان الغبار يتصاعد بسبب الرياح الشمالية الغربية خلال الفترة من التاسعة صباحا الى الرابعة بعد الظهر بوجه عام ويهبط مدى الرؤية الى أقل من ١٠٠ متر وذلك بسبب الرياح المحلية التي تشتد وتصل سرعتها الى أكثر من ٣٠ ميلا في الساعة وتظل شديدة خلال الوقت المذكور آنفا ، ولكن سرعة الرياح تعتدل بعد ذلك وتتدنى الى حدود ١٥ – ١٨ ميلا في الساعة ومع ذلك فان مدى الرؤية لا يتحسن بل يبقى أقل من ١٠٠٠ متر مما يوهم باستمرار العاصفةالترابية وذلك بسبب الغبار المعلق الكثيف والذي لا تسمح درجة حرارة الطبقة الهوائية القريبة من سطح الارض ولا سرعة الرياح المذكورة ولا وزن الغبار الخفيف في المساعدة على ترسيبه ، والخلاصة أن الرياح الشمالية الغربية المعتدلة السرعة ليست مسؤولة عن هذه الظاهرة الجوية التي تبقى عادة مهيمنة حتى الساعةالعاشرة مساء اذ انها قد نتجت بفعل الرياح القوية خلال وقت سابق .

العواصف الترابية الجبهية خلال فصل الصيف :

يندر خلال فصل الصيف حدوث هذا النوع من العواصف لعدم توفر أهم الشروط اللازمة لحدوثها ألا وهي تدفق كتلة باردة نحو الاقليم ، الا أنه قد يحدث في ظروف نادرة جدا حدوث عواصف ترابية فجائية نتيجة لتوفر حالات عدم استقرار شديدة بسبب تدفق تيارات باردة في طبقات الجو العليا في نفس الوقت الذي تهب فيه الرياح الجنوبية الشرقية الشديدة الرطوبة على السطح كتلك التي حدثت يوم ٢٨ اغسطس ١٩٦٩ وصاحبها البرق وبضع قطرات من المطر ، فقد

كانت الرياح خلال النهار شرقية الى جنوبية شرقية خفيفة ولكنها نشطت بعد الظهر وكان مدى الرؤية جيدا ، ومن الساعة الثالثة بعد الظهر بدأت السحب الركامية المتوسطة الارتفاع في التكون وظهر ثمنان من غيوم الركام المزني واستمر متواجدا لمدة ٣ ساعات حيث غطى نصف السماء ، وفي الساعة السادسة مساء هبت العاصفة وكانت من اتجاه غربي جنوبي غربي وبلغت اعلى سرعة ٤٨ ميلا في الساعة واعلى هبه ٥٦ ميلا في الساعة وهبط مدى الرؤية فجأة من ٩ كيلومتر الى صفر وكان تيار الهواء المصاحب للعاصفة باردا بوضوح حيث أدى الى خفض الحرارة ٥°م فجأة وكان لون الاتربة المحمولة داكنا يميل الى السواد وكان على شكل جدار متقدم من ناحية الغرب وارتفع الضغط الجوي فجأة ٥ ميلليبار ، وقد شوهد البرق عند بدء العاصفة واستمر متقطعا وخفيفا لمدة ٣ ساعات ، وبعد ذلك عادت اوضاع الطقس لما كانت عليه قبل العاصفة فتحولت الرياح ثانية الى جنوبية شرقية خفيفة وتحسنت الرؤية بسرعة الى ١٠ كيلو متر ومن الجدير بالذكر أنه قد رافق هذه الحالة منخفض جوي تمركز فوق شبه الجزيرة العربية وظل مستقرا فوقها لعدة أيام وقد ساعده في انتاج هذا الطقس العاصف لسان من الهواء البارد تواجد في طبقات الجو العليـا .

ندرة العواصف الترابية خلال سبتمبر :

أما خلال شهر سبتمبر فان نسبة حدوث العواصف الترابية ينخفض كثيرا بسبب عدم وضوح توزع الضغط الجوي خلال هذا الشهر ولكن قد تشتد الرياح في بعض السنوات النشطة مثل ١٩٥٧ ــ ١٩٥٩ و ١٩٦٨ ــ ١٩٧٠ فيكثر حدوث العواصف الترابية خلال هذا الشهر ، وكما هو الحال خلال شهر اغسطس فقد تحدث عواصف ترابية نتيجة لظروف عدم الاستقرار التي تحدث في سنوات متباعدة وقد لوحظ ان الرياح الجنوبية خلال تلك الظروف تكون نشطة الى قوية بحيث تتسبب في رفع الاتربة في الهواء .

العواصف الترابية خلال الشتاء والربيع

تتأثر البلاد خلال هذين الفصلين بالمرتفع الجوي فوق آسيا وامتداده فوق شبه الجزيرة العربية من جهة ، وبالمنخفضات الجوية التي تعبر البلاد من الغرب الى الشرق من جهة اخرى . وقد لوحظ ان الرياح الجنوبية الشرقية تنشط قبل وصول المنخفض الجوي بمدة ٣ — ٤ ايام وخاصة في المنخفضات الربيعية كذلك تكون الجبهات الباردة في بعض السنوات نشطه بشكل ملحوظ مما يؤدي الى اثارة الاتربة وتصاعد الغبار ، وفي اواخر الربيع (موسم السرايات) لوحظ كثرة حدوث العواصف الترابية المصاحبة للعواصف الرعدية وبالاضافة الى ذلك فقد تحدث عواصف ترابية نتيجة لامتداد تيار هوائي بارد وسريع خلف الجبهات الباردة .

الاسباب الرئيسية لحدوث العواصف الترابية خلال الفصلين :

يمكن تقسيم العواصف الترابية التي تحدث خلال الشتاء والربيع الى الانواع الاربعة التالية :

١ — عواصف ترابية تنتج عن الرياح الجنوبية الشرقية القوية التي تهب ناحية المنخفضات الجوية الغربية .

٢ — عواصف ترابية تنتج عن وصول جبهة هوائية بارده جافه ونشطه خلف المنخفض الجوي .

٣ — عواصف ترابية تنتج عن استمرار تدفق الهواء السريع البارد خلف الجبهات البارده .

٤ — عواصف ترابية ترافق العواصف الرعديـــــة .

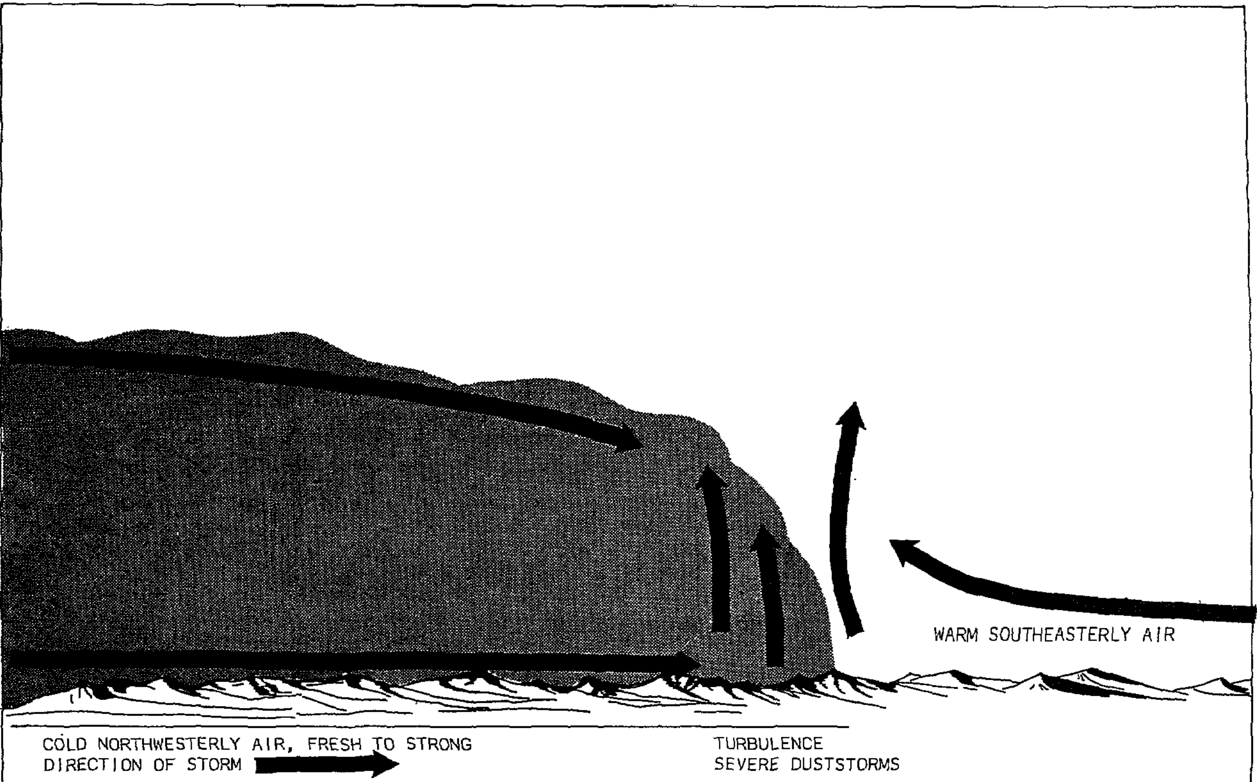
ومن الجدير بالذكر أن النوعان الاول والثاني يستأثران بمعظم العواصف الترابية التي تحدث خلال الفصلين وفيما يلي عرض موجز لكل نوع من هذه الأنواع الأربعة :

العواصف الترابية الناتجة عن هبوب الرياح الجنوبية الشرقية :

عندما يعبر منخفض جوي بلاد الشام ويتجه شرقا فان الرياح تهب من الأقاليم الجنوبية نحو هذا الانخفاض ولذلك تسود الرياح الجنوبية الشرقية في الكويت وتحدث هذه العواصف عند بدء تحول الرياح من شمالية غربية أو ساكنه إلى جنوبية شرقية حيث تنشط الرياح وتثير الاتربة ويرجع السبب في ذلك الىاشتداد انحدار الضغط الجوي في هذا الجزء من المنخفض وتؤدي هذه الرياح الى اثارة الأتربة وخفض مدى الرؤية ربما الى الصفر وخاصة في المناطق الترابية المفتوحة ، وتتميز هذه العواصف بأن مدى الرؤية خلالها يسوء ويتحسن بسرعة كبيرة فقد يتحسن مدى الرؤية خلال بعض هذه العواصف فجأة من ٣٠٠ متر الى ١٦ كيلو متر ا خلال ساعة واحدة (١٢ يناير ١٩٦٥) ، وبعد وصول الرياح الى مثل هذه المراحل العنيفة فانها تبدأ في الفتور وبعد يوم او يومين تتحول الى جنوبية غربية وقد تتكاثر السحب الرعدية قبيل اجتياح الجبهة الباردة للبلاد حيث تتحول معها الرياح الى شمالية غربية باردة جافة معتدلة إلى نشطة السرعة . وتصاحب هذه العواصف في العادة غيوم من النوع الركامي وغالبا ما تكون من نوع الركام المتوسط ويصاحبها في بعض الاحيان الركام الطبقي وقد تهطل معها كميات متفاوتة من الامطار ، وبعد العاصفة غالبا ما يتوقف المطر ويستمر تصاعد الغبار لساعة أو ساعتين ، ومن الجدير بالذكر ان تكرار حدوث هذا النوع من العواصف أعلى خلال فصل الربيع منه خلال فصل الشتاء نظرا لأن ازدياد الحرارة فوق منطقة المنخفض يدعم هذا الانخفاض ويدعم بالتالي زيادة انحدار الضغط وسرعة الرياح .

٢ — العواصف الترابية الناتجة عن الجبهات الهوائية الباردة الجافة :

وتشتهر هذه العواصف بأنها تحدث فجأة حيث تزداد سرعة الرياح ربما من ١٠ ميل في الساعة أو أقل الى ٣٥ ميلا في الساعة او اكثر ويصاحب هذه



شكل (٥٦) حدوث العواصف الترابية الشديدة المفاجئة بسبب الجبهات الباردة خلال ابريل ومايو .

الزيادة في السرعة انحراف في اتجاه الرياح من اتجاه جنوبي غربي او جنوبي الى شمالي غربي وقد يصاحبها هطول شحيح او عاصفة رعدية ويتميز هواء الجبهة بالبرودة وذلك لاختلاف مصدر الكتلة الهوائية (شكل ٥٦) وغالبا ما تحدث هذه العواصف خلال الفترة من الظهر الى بعيد غروب الشمس ولكن من الممكن حدوثها في أي وقت من اليوم ، ويلاحظ على هذه العواصف أنها غالبا ما تكون قصيرة الاستغراق وذلك لكون الجبهة الباردة نفسها قصيرة المدى لأن عرضها ليس كبيرا حيث يتراوح بين ٨٠ و ١٠٠ كيلو متر .

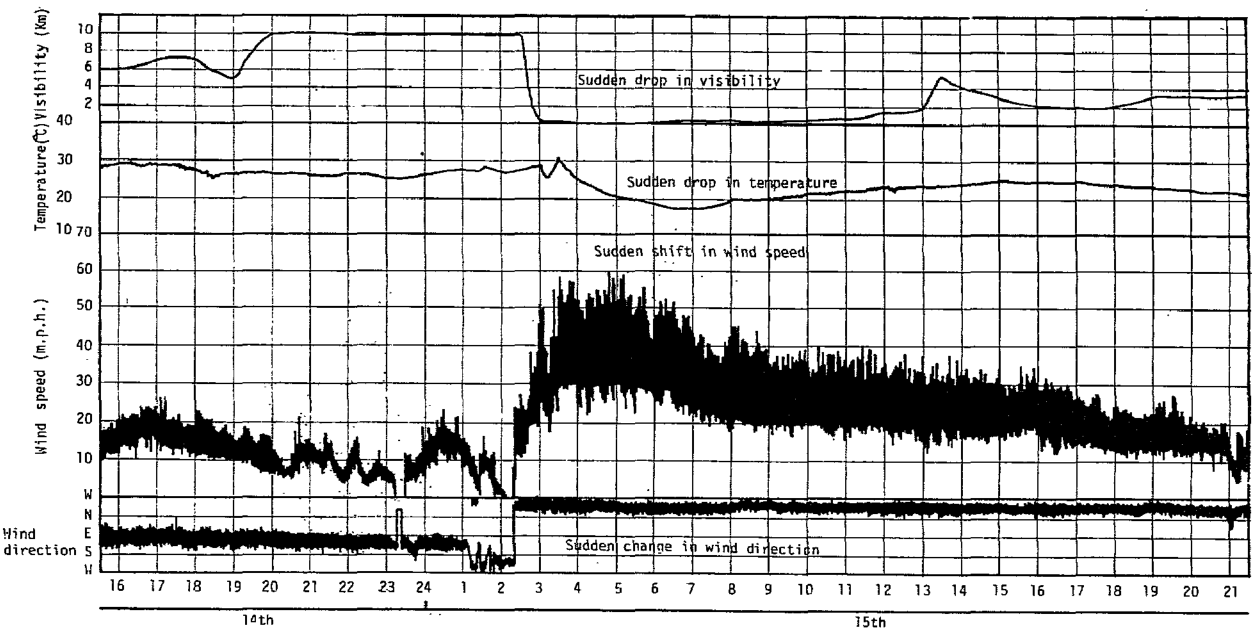
ومع أن هذه العواصف الجبهية تحدث في جميع شهور الشتاء والربيع إلا أنها تكون أعنف ما تكون خلال شهري إبريل ومايو حيث تهب في مقدمة الجبهة الباردة رياح جنوبية قوية تؤدي الى حدوث عواصف ترابية شديدة العنف يهبط مدى الرؤية معها الى الصفر في كثير من الاحيان .

وصف أعنف عاصفة ترابية جبهية حدثت في الكويت :

حدثت هذه العاصفة الفجائية بعد الساعة الثانية من صباح يوم ١٥ إبريل ١٩٧٧ بقليل ، وقد كانت شديدة العنف ومحملة بكميات ضخمة من الرمال والاتربة مما أدى الى هبوط مدى الرؤية الى الصفر لساعات طويلة من ذلك اليوم وقد نتج عنها اضرار مادية جسيمة في البر والبحر ووفيات ، وكانت جثث البحارة تلقى على الساحل كما أن كميات ضخمة من حمولة السفن كانت تحمل عن طريق الامواج الى الساحل مثل البصل وغيره (شكل ٥٧) .

وقد حدثت هذه العاصفة بسبب مرور جبهة هوائية باردة جافه نشطه تحولت معها الرياح الجنوبية الشرقية الخفيفة الى المعتدلة الى رياح شمالية غربية نشطة (١٢ — ٢٤ ميلا في الساعة) وذلك في حوالي الساعة الثانية والنصف حيث هبط مدى الرؤية من ١٠ إلى ٤ كم .

وفي الساعة الثالثة ازدادت سرعة الرياح لتصل الى الحد القريب من العاصفة (٣٢ — ٣٨ ميلا في الساعة) وهبط مدى الرؤية الى مدى يتراوح بين الصفر



شكل (٥٧) تسجيلات تخطيطية تمثل العاصفة الترابية الشديدة التي نتجت عن الجبهة الباردة الجافة التي تأثر بها مطار الكويت الدولي حوالي الساعة ٢٢٠ • بعد منتصف الليل يوم ١٥ ابريل ١٩٧٧

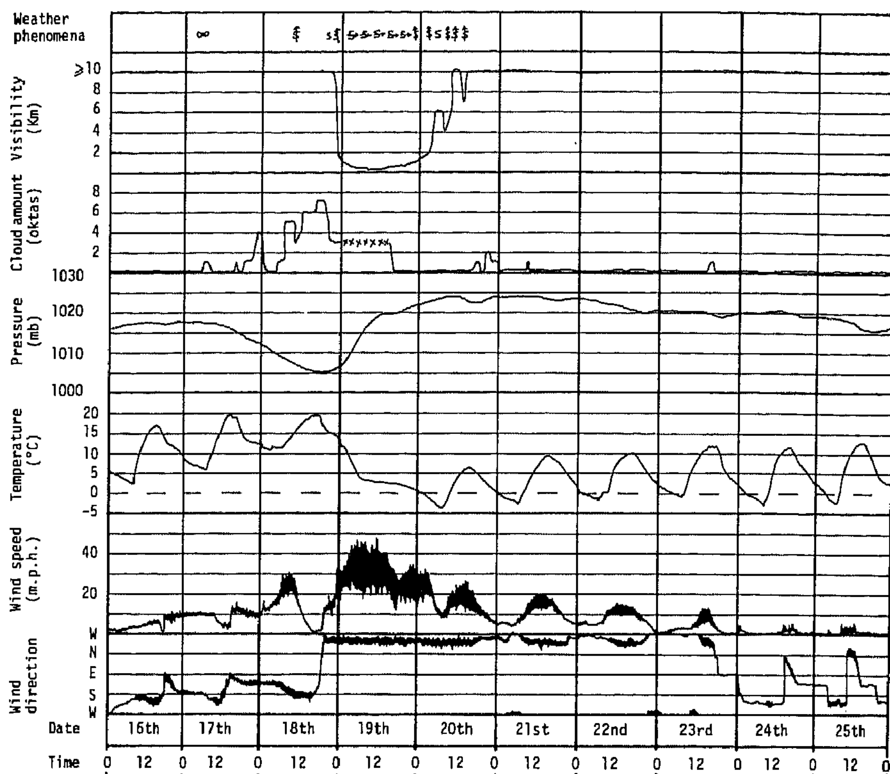
والمائة متر وخلال الفترة من الساعة الثالثة وحتى الساعة السابعة كانت الرياح عاصفة تتراوح سرعتها بين ٣٠ و ٥٠ ميلا في الساعة مع هبات قوية تصل الى ٥٥ و ٦٠ ميلا في بعض الاحيان ، أما مدى الرؤية فقد هبط خلال هذه الفترة الى الصفر وخاصة ما بين الساعة الرابعة والساعة السادسة ثم تحسن في الساعة السابعة الى ٢٠٠ متر ومن الجدير بالذكر أن درجة الحرارة قد هبطت خلال هذه الفترة من ٣١°م في الساعة الثالثة والنصف الى ١٨,٣°م في الساعة السابعة .

وخلال الفترة من الساعة السابعة الى الساعة الحادية عشرة ظهرا كانت سرعة الرياح الشمالية الغربية تميل نحو الانخفاض ولكن ببطء شديد وكان مدى الرؤية يتذبذب بين ٢٠٠ و ٧٠٠ متر وبدأت درجة الحرارة في الارتفاع التدريجي إلا أنها كانت واضحة الانخفاض عن اليوم السابق بسبب برودة الكتلة الهوائية الشمالية الغربية وبعد الساعة الحادية عشرة أخذت سرعة الرياح الشمالية الغربية في الانخفاض تدريجيا وكان مدى الرؤية يتراوح بين ٧٠٠ متر في الساعة الحادية عشرة و ٣٠٠٠ متر في الساعة التاسعة مساء .

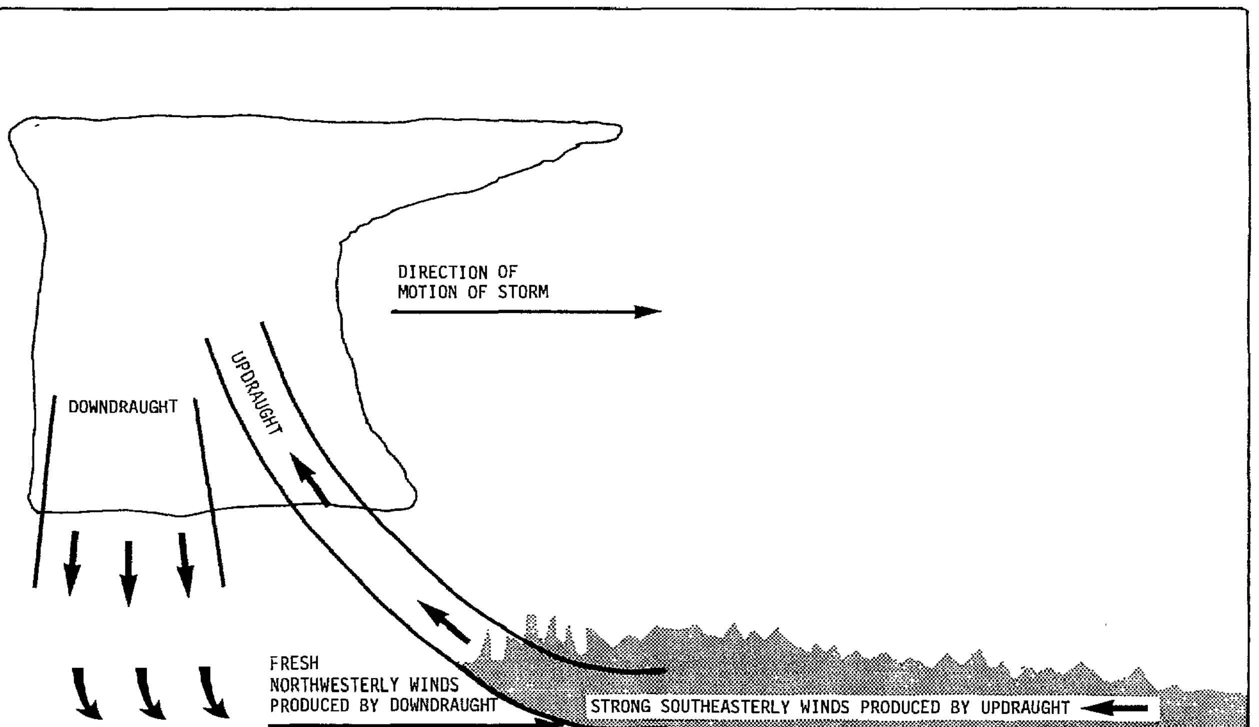
وفي الساعات التي تلت التاسعة مساء أخذ الطقس في التحسن بسرعة وهدأت الرياح النشطة وتحسن مدى الرؤية الى أكثر من ١٠ كم .

٣ ــ العواصف الترابية الناتجة عن استمرار تدفق التيار الشمالي الغربي لمنخفض جوي :

بعد ان يتحرك المنخفض الجوي الى الشرق من الكويت فان الرياح الشمالية الغربية والتي تعتبر مقدمة الكتلة الهوائية القارية الباردة تهب في مؤخرة هذا المنخفض وتهبط درجة الحرارة يوما بعد يوم ، وعندما تكون سرعة الرياح كبيرفإنها تكون قادرة على حمل كميات كبيرة من الاتربة في الهواء ونقلها في مساحات شاسعة وخاصة اذا كانت درجة الحرارة منخفضة بشكل كبير في طبقات الجو العليا مما يزيد في عدم استقرار الهواء .



شكل (٥٨) انخفاض الحرارة الكبير والفير معتاد والعواصف الترابية الصيفية التي نتجت عن غزو كتلة هوائية قطبية جافة شديدة البرودة للمنطقة . مطار الكويت الدولي ١٩ يناير ١٩٦٤ .



شكل (٥٩) العواصف الرعدية الجبهية النشطة يمكنها ان تنتج العواصف الترابية المفاجأة .

وقد كانت أشد العواصف الترابية التي شهدتها الكويت عنفا من هذا النوع وحدثت في يناير ١٩٦٤ حيث كانت البلاد متأثرة خلال الفترة من ١٥ ــ ١٨ بمنخفض جوي سادت خلاله الرياح الجنوبية الشرقية الدافئة وهطلت عـدة ميلليمترات من الامطار وفي مساء يوم ١٨ تحولت الرياح الى شمالية غربيـة معتدله ثم قويه وهبط مدى الرؤية خلال ساعة من ٦ كيلومترات إلى ١٠٠٠ متر وطوال يوم ١٩ كان مدى الرؤية يتراح بين ١٠٠ و ٣٠٠ متر خلال النهار وكانت الرياح عاصفة طوال اليوم . ويمكن استيعاب عنف الطقس في تلك الفترة اذا أضفنا الى عنف العواصف الترابية انخفاض الحرارة الشديد الذي بلغ حدا لم ترتفع معه درجة الحرارة يوم ١٩ خلال النهار عن ٣,٣°م وانخفضت خلال الليل الى ٤°م دون الصفر (شكل ٥٨) .

٤ ــ العواصف الترابية المصاحبة للعواصف الرعدية :

وتحدث هذه العواصف الترابية غالبا خلال موسم السرايات في اواخر الربيع ، وتنتج عن السرعة العالية في تيار الهواء المنجذب نحو السحابة الرعدية والذي يشكل فيما بعد التيار الصاعد ، وتتميز هذه العواصف الترابية بقصر مدة حدوثها حيث تستغرق غالبا دقائق يعقبها هطول الامطار ، ويحدث معظم هذة العواصف الترابية الرعدية خلال الفترة من العصر الى المغرب أو بعد المغرب بقليل حيث تكون الرياح النائدة قبل العاصفة شرقية الى جنوبية رطبه خفيفة السرعة تشتد عند اقتراب السحب الرعدية وتتحول بهطول المطر الى غربية أو شمالية غربية ثم تعود الى الاتجاه السابق بعد مرور العاصفة (شكل ٥٩) .

وصف العاصفة الرعدية المصحوبة بعاصفة ترابية يوم ٢٦ ابريل ١٩٦٢ :

حدثت هذه العاصفة نتيجة لاقتراب خلية نشطة ضمن منخفض جوي عميق من البلاد مما أدى الى هبوب الرياح تجاه هذه الخلية التي تقع الى الغرب من البلاد ولذلك سادت الرياح الشرقية النشطة خلال النهار وكانت عاصفة خلال الفترة من الثالثة الى الساعة الرابعة والنصف حيث أدى ذلك الى تصاعد الاتربة وحجب السماء وهبوط مدى الرؤية الى الصفر في بعض الاحيان (شكل ٦٠)

Rainfall (mm)
Weather Phenomena
Cloud amount (oktas)
Visibility (Km)
Temperature (°C)
Pressure (mb)
Wind speed (m.p.h.)
Wind direction
Time:

شكل (٦٠) تسجيلات تخطيطية لعاصفة ترابية شديدة انتهت بعاصفة رعدية ممطرة عبرت مطـــار الكويت الدولي، يوم ٢٦ ابريل ١٩٦٢ .

وفي الساعة الخامسة إلا ربعا تأثرت المحطة بمرور عاصفة رعدية نشطة حيث توقف هبوب الرياح لثوان قليلة لتتحول الى شمالية غربية قوية يصاحبهـا عاصفة رعدية ومطر وانخفاض في الحرارة مقداره ٦°م وارتفاع في الضغط قيمته ٨ ميللبيار وتحسن مدى الرؤية فارتفع الى ٥ كم خلال دقائق وبمجرد هطول المطر ، وبعد ثلث ساعة مرت هذه الخلية وتحولت الرياح مرة أخرى الى جنوبية شرقية معتدلة .

وفي الساعة السادسة مساء انتهت العاصفة الرعدية إلا أن المطر استمر في الهطول ليبلغ مجموع ما سقط خلال هذه العاصفة ٩,٧ ملم ، وفي الساعة السابعة تحسن مدى الرؤية إلى أكثر من ١٠ كم .

العواصف الترابية خـــــلال فصل الخريف

يعتبر هذا الفصل من أهدأ فصول السنة وذلك لعدم وضوح دورة هوائية معينة تكون مسيطرة على الطقس مثل المنخفض الهندي الموسمي صيفا أو المنخفضات الجوية في الشتاء والربيع ، ففي فصل الخريف يبدأ الضغط الجوي في الارتفاع فوق آسيا ويختفي عن خرائط الطقس ذلك المنخفض الهندي النشط . وفي اوائل شهر نوفمبر تبدأ المنخفضات الجوية في عبور البلاد ولكنها غالبا ما تكون خلال هذا الفصل ضعيفة ولا تؤدي جبهاتها الباردة الى حدوث عواصف ترابية عنيفة ، كما أن الرياح الجنوبية الشرقية التي تسبق هذه المنخفضات لا تكون من القوة بحيث تثير الاتربة ، ومع ذلك فقد يحدث خلال الفصل ان تتعرض البلاد لعواصف ترابية تنتج عن عدم الاستقرار .

٨ ـ المنخفضات الجويـــــة

المنخفضات الجوية في الكويت

تتعرض البلاد خلال الفترة من أوائل شهر نوفمبر وحتى نهاية شهر مايو لتأثير المنخفضات الجوية التي يتراوح عددها بين ٣ و ٤ منخفضات خلال الشهر والتي تشترك في صنع خصائص المناخ في فترة طويلة من كل عام لعدة أسباب :

١ – تكون مدعاة لسقوط المطر وحدوث العواصف الرعدية في شهور الشتاء .

٢ – تؤدي الى هبوب الرياح الجنوبية الشرقية الدافئة خلال أبرد الشهور .

٣ – تؤدي الى كثرة حدوث العواصف الترابية .

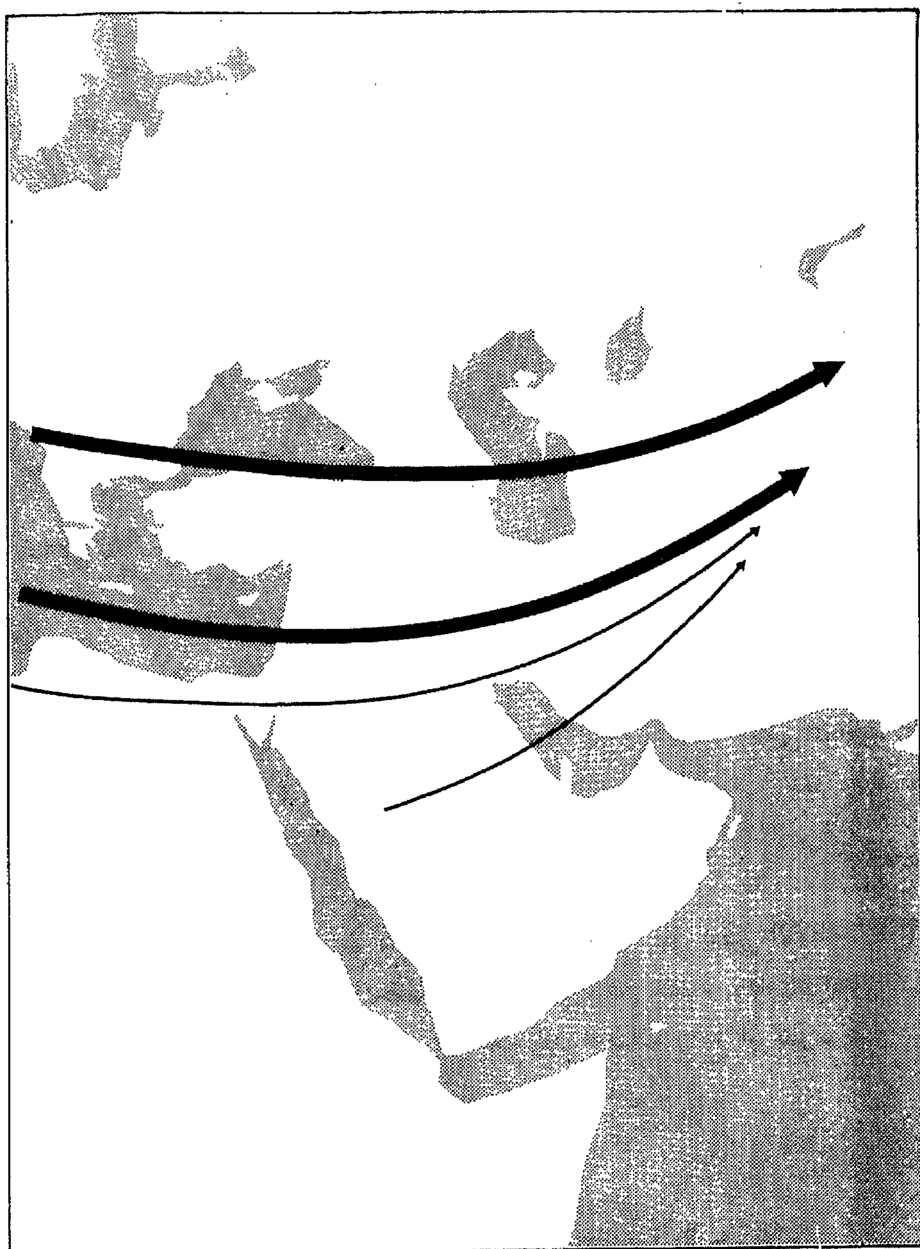
مناطق نشأة وتطور المنخفضات الجوية التي تؤثر على البـــلاد :

١ – منطقة شرق البحر الابيض المتوسط (قـــبرص) :

يتحول البحر الابيض المتوسط خلال فصل الشتاء الى مسرح لنشأة وتطور المنخفضات الجوية لكون الهواء الواقع فوق البحر ادفأ من الهواء القطبي الموجود فوق اليابس الاوروبي ، فما أن يتدفق هواء قطبي من الشمال حتى تنشأ جبهة قطبية ومن ثم تتاح الفرصة من حين لآخر لكي تنشأ المنخفضات الجوية التي تتحرك بعد نشأتها من الغرب الى الشرق كقاعده عامه . وعلى أية حال – بالنسبة للكويت – فان الغيوم تتشكل مع مثل هذا المنخفض وقد تهطل بعض الامطار إلا أنها تكون شحيحه لأن هذا المنخفض يبتعد باطراد عن مصدر رطوبته المتمثل في مياه البحر الابيض المتوسط . وبوجه عام فإن الجفاف (مع او بدون غبار متصاعد) هو الطابع الغالب على طقس مثل هذا المنخفض .

٢ – منطقة البحر الأحمـــــر :

يظهر خلال فصل الشتاء امتداد لمنخفض جوي فوق البحر الاحمر وهو عبارة عن لسان ممتد من الانخفاض الجوي المداري فوق الحبشة والسودان ويساعد



شكل (٦١) مسارات المنخفضات الجوية .

في وجود هذا المنخفض فوق البحر الاحمر كون الأخير أسخن من اليابس المجاور له شتاء . ومهما يكن من أمر فإن تأثير هذا المنخفض لوحده يكون ضعيفا وتنحصر آثاره على البلاد بالدفء التدريجي وزيادة نسبة الرطوبة في الجو نتيجة للرياح الجنوبية الشرقية الخفيفة المرافقة التي تسود مع لسان هذا المنخفض عندما يتزحزح الى الشرق من موقعه الأصلي ويمتد فوق شبه الجزيرة العربية ، وقد تتشكل مع هذا اللسان بعض الغيوم المتوسطة والعالية .

٣ ـ شبه الجزيرة العربيـــــة :

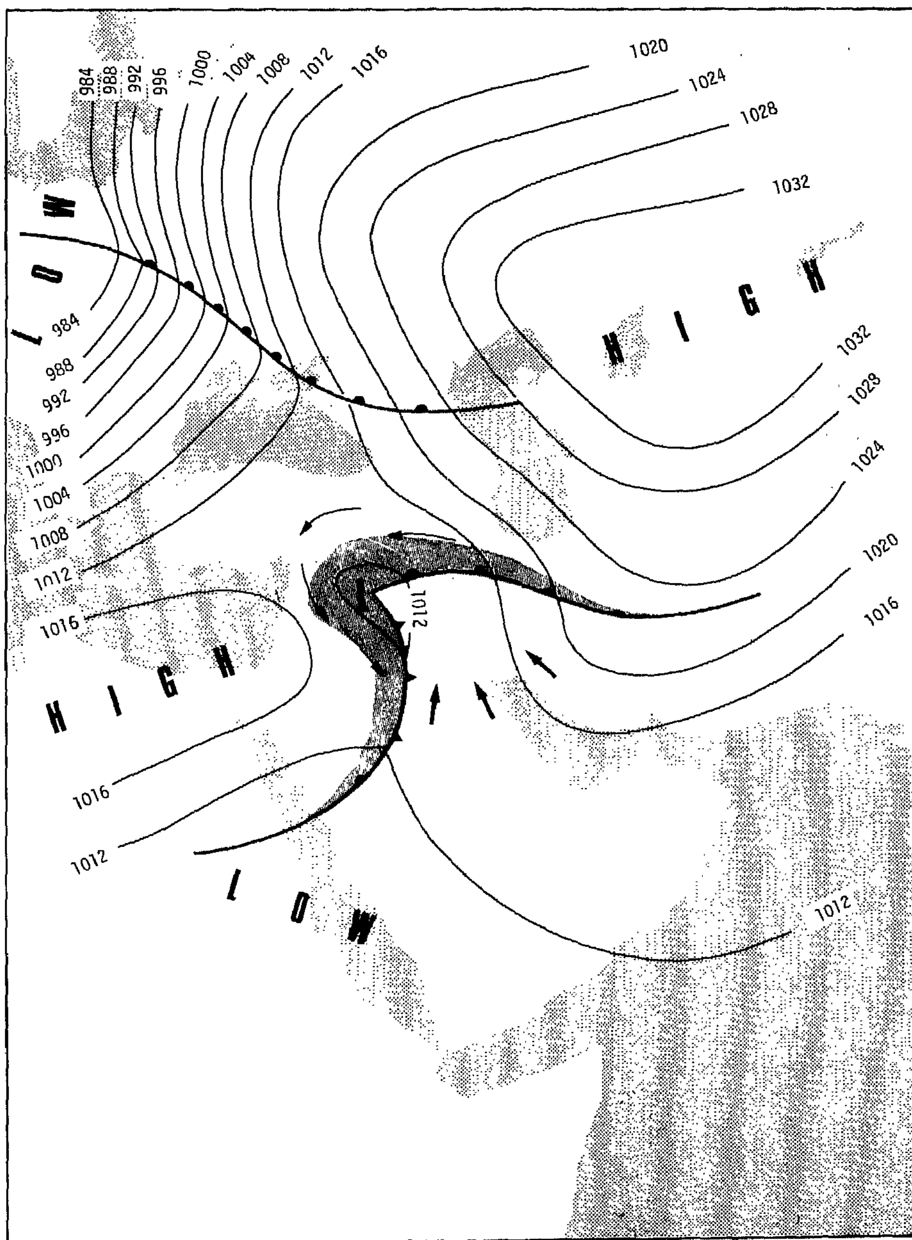
تنشأ فوق شبه الجزيرة العربية منخفضات حرارية نتيجة لبدء التسخين خلال فصل الربيع ومثل هذه المنخفضات متواقته وشبيهة بمسببات حدوثها مع منخفضات الخماسين المعروفة في شمال افريقيا ، وأثر هذه المنخفضات الحرارية لوحدها يكون بالرياح الجنوبية الخفيفة الدافئة التي تهب خلال ساعات النهار .

مسارات المنخفضات الجويـــــة :

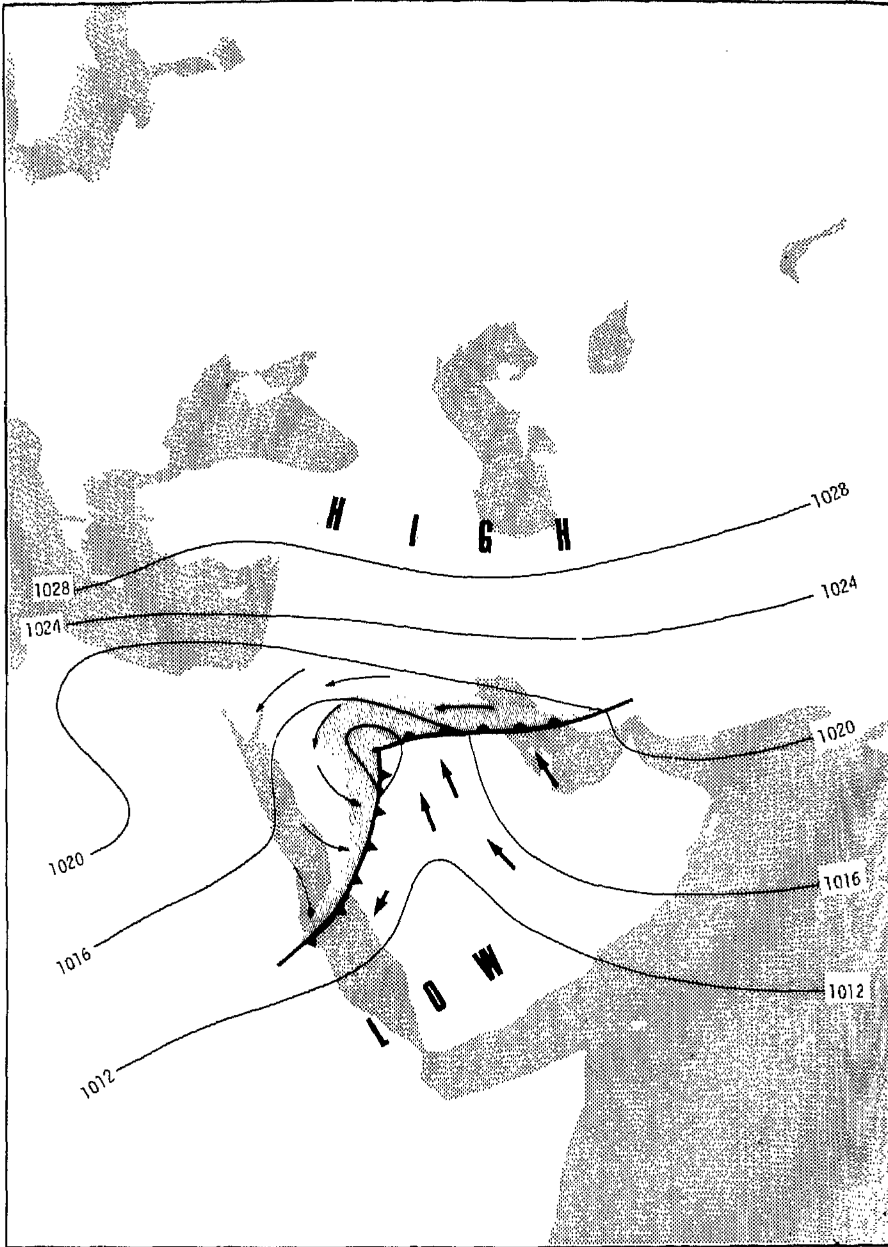
تختلف مسارات المنخفضات الجوية التي تعبر البلاد من فصل لآخر ومن منخفض لآخر (شكل ٦١) ، إلا أنه يمكن التمييز بين مسارين واضحين ورئيسين هما :

(١) المسار الشمالـــــي :

وتكون الغلبه في منخفضات هذا المسار لمنخفض قبرص على غيره من المنخفضات سواء الحرارية فوق شبه الجزيرة العربية أو منخفضات البحر الأحمر ويمر مركز هذا المنخفض بأواسط سوريا والعراق ويعبر شرقا الى ايران وتتميز هذه المنخفضات بقلة الامطار وبنشاط الرياح الجنوبية الشرقية في مقدمة الانخفاض في كثير من الاحيان مما يؤدي الى تصاعد الغبار وحدوث العواصف الترابية شكل (٦٢) .



شكل (٦٢) خريطة سينوبتيكية تمثل منخفضا جويا شمالي المسار .



شكل (٦٣) خريطة سينوبتيكية تمثل منخفضا جوياً جنوبي المسار

(٢) المسار الجنوبـــــي :

ويحدث مثل هذا المنخفض شتاء عندما تمتد كتلة هوائية باردة الى الجنوب فتغطي البلاد واجزاء كثيرة من شبه الجزيرة العربية بما فيها البحر الاحمر حيث تكون جبهة هذه الكتلة شبه ثابتة وموازية لخطوط العرض تقريبا (شكل ٦٣) ومع بداية تطور امتداد منخفض البحر الاحمر يبدأ الهواء الدافيء الرطب في الصعود فوق الهواء البارد المستقر فتنخفض درجة حرارته ذاتيا بسبب الصعود مما يؤدي الى نشأة كميات ضخمة من السحب والمطر وتشكل جبهة هوائية دافئة الى الشرق من ذلك البحر ، أما الى الغرب من البحر الاحمر فإن الهواء البارد يندفع نحو الجنوب مع حركة المنخفض الى الشرق مكونا جبهة هوائية باردة ، ويتحرك هذا المنخفض شرقا ، الى الجنوب من البلاد ويعطي مطرا يختلف في كونه غزيرا أو خفيفا ولكنه يتميز بكونه متواصلا كما هو الحال في امطار الجبهات الدافئة وعموما فإن المطر المرافق لمثل هذه المنخفضات يكون اكثر غزارة من مطر المنخفضات السابقة كما أن الرياح المرافقة لهذه المنخفضات تكون أقل سرعة من الرياح المرافقة لتلك المنخفضات . ويؤثر على البلاد من ١ ــ ٥ منخفضات جوية من هذا النوع خلال السنة تقريبا وتكاد تنحصر في وسط الشتاء وخاصة خلال يناير ، ولكن يجب العلم ان بعض السنوات قد تمر دون حدوث مثل هذا المنخفض .

٣ ــ المسارات المضطربة :

بالاضافة الى ذلك فإن هناك منخفضات جوية يصعب تحديد مسارات محددة لمراكزها نظرا لبطء حركتها ونظرا لتعدد مراكزها وهي المنخفضات الجوية المعقده وتحدث خلال فصلي الشتاء والربيع :

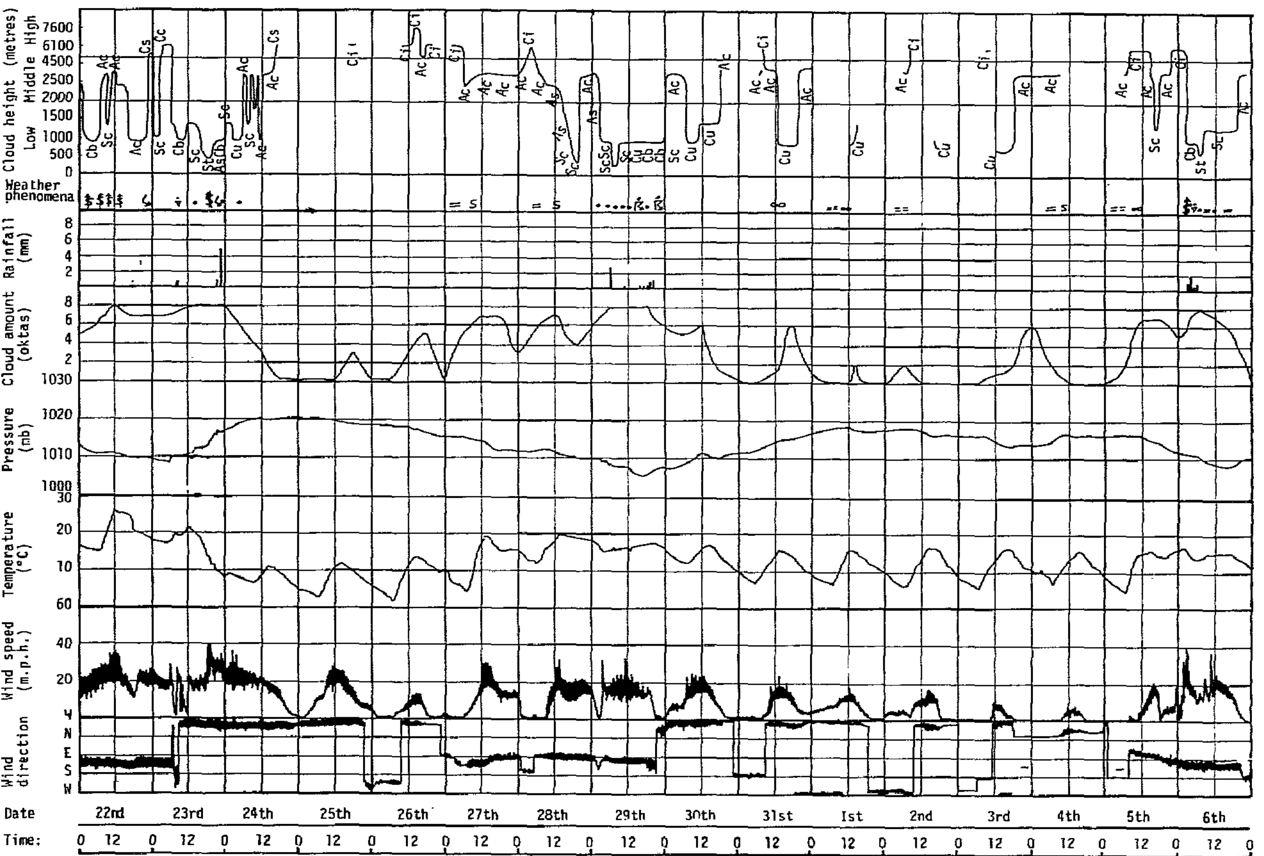
(أ) المنخفضات المعقدة الشتوية :

وتحدث على الأغلب عندما يكون المرتفع الجوي السيبيري كثيفا وممتدا فوق بحر قزوين وايران الى الشرق من شبه الجزيرة العربية وهو بذلك يفعل

فعل الحاجز الذي يمنع المنخفضات الجوية المتشكلة فوق شبه الجزيرة العربية من التقدم السريع شرقا ويتيح لها الفرصة لكي تنمو وتتطور وتشتد في أثرها وذلك نتيجة لتضافر جهدي المنخفض القبرصي مع امتداد منخفض البحر الاحمر ليكونّا منخفضا جويا معقدا بطيء الحركة يؤثر على البلاد خلال عدة ايام وبموجات من الطقس المتنوع الذي يتضمن الامطار والعواصف الرعدية والعواصف الترابية كما حدث خلال الفترة ١٨ – ٢٤ يناير ١٩٦٩ و ٧ – ١١ يناير ١٩٧٨ . ويجدر بالذكر ان مثل هذه المنخفضات المطيرة لا تحدث في جميع السنوات بل تحدث في دورات مناخية متباعدة تتطلب اشتداد كثافة المرتفع السيبيري وهي تحدث خلال فصلي الشتاء والخريف المتأخر (نوفمبر) .

(ب) المنخفضات المعقدة الربيعيـــــه :

تتاح الفرصة خلال فصل الربيع لتكون منخفضات جوية حرارية صغيرة فوق كل قطعة يابس بسبب بدء التسخين الاشعاعي . وتكون شبه الجزيرة العربية هي المسرح الذي تنمو عليه المنخفضات الجوية الحرارية التي تؤثر على البلاد . ويحدث أحيانا أن تتفاعل هذه المنخفضات مع منخفض قبرص الجبهي الذي يكون تقدمه الى الشرق بطيئا في ظل الاوضاع الحرارية فوق شبه الجزيرة العربية مما يؤدي الى تشكل منخفض معقد يؤثر على البلاد لعدة ايام . ومن الملاحظ ان الطقس العاصف المتمثل في العواصف الرعدية العنيفة خلال مثل هذا المنخفض يحدث على موجات متتالية تفصل بين موجة وأخرى مدة لاتقل عن ١٢ ساعة وقد تترافق كل موجة مع خلية صغيرة من الانخفاض الجوي . وكذلك من الملاحظ ان مثل هذا الطقس العنيف لا يحدث الا عندما يكون المنخفض الجوي القبرصي قد عبر البلاد قبل يوم أو يومين وتحولت الرياح السطحية من شمالية غربية الى جنوبية شرقية رطبه بسبب ارتفاع درجة الحرارة في اواخر فصل الربيع مما يؤدي الى تكون منخفض حراري على السطح في نفس الوقت الذي يتواجد فيه لسان من الهواء البارد في طبقات الجو العليا حيث يكون التيار الشمالي الغربي المحرك له ضعيفا وبطيء الحركة الى درجة التوقف . وينتج عن هذا الوضع حالات عدم استقرار قـد تكون عنيفة في بعض الاحيان ويتكرر حدوثها يوميا



شكل (٦٤) تسجيلات تخطيطية تبين تأثر البلاد بمنخفضات جوية شمالية المسار سيطرت على البلاد خلال الفترة من ٢٢ ديسمبر ١٩٧٥ الى ٦ يناير ١٩٧٦ ، مطار الكويت الدولي .

مدة بقاء لسان الهواء البارد في طبقات الجو العليا الذي ترتفع درجة حرارته بمرور الايام ويزول عن البلاد حالة عدم الاستقرار التي تستمر بين يوم وثلاثة ايام في الغالب .

آثار المنخفض الشمالي المســـــار :

تتحول الرياح الشمالية الغربية أو المتقلبة الى جنوبية شرقية خفيفة أو معتدلة أو قوية (حسب عمق وسرعة المنخفض) ويحدث الندى خلال الليل وتبدأ السماء الزرقاء في التلبد بالسحب (شكل ٦٤) ويهطل المطر المتقطع الذي يتفاوت من قطرات قليلة الى وابل يزيد عن ٣٠ ميلليمترا في اليوم ، كما ترتفع درجة الحرارة فوق المعدل بسبب تأثير كتلة الهواء الجنوبية واذا كانت التربة جافه فإن الرياح الجنوبية الشرقية القوية تؤدي الى حدوث عواصف ترابية شديدة ولكنها غالبا قصيرة المدى وعادة يقوم المطر في نهايتها بترسيب الغبار . وعندما يصل مركز المنخفض الجوي الى شمال شرق شبه الجزيرة العربية فإن تيارا جنوبيا غربيا ضعيفا – الا عندما تقترب الجبهة الهوائية الباردة – يهب على الكويت ، وعندما يعبر المنخفض الجوي البلاد فإن الرياح التي تهب في اثره تكون شمالية غربية وتكون باردة وجافة وقوية أحيانا مؤدية الى تبدد السحب بعد ان تكون الجبهة الباردة وما قد يصاحبها من رعد وبرق قد عبرت البلاد باتجاه الشرق .

ومن الجدير بالذكر أن الجبهات البارده تكون في بعض السنوات نشطة جدا مصحوبة بالعواصف الرعدية والامطار الغزيرة التي قد تصل الى ٩٠ ميلليمترا خلال يوم واحد ، بينما تكون في سنوات اخرى شديدة الجفاف والضعف ، ولا تعرف إلا بالتغير التدريجي في اتجاه الرياح .

ويسود امتداد الضغط الجوي المرتفع فوق المنطقة خلال الفترات التي تفصل بين منخفض وآخر مما يؤدي الى سيطرة الرياح الشمالية الغربية ، وقد لوحظ أن سرعة هذه الرياح تكون بوجه عام نشطة خلال الايام الأولى لسيطرتها ، ولكنها تأخذ في الضعف شيئا فشيئا حتى تهدأ تماما ثم تتحول الى جنوبية شرقية بسبب تأثر المنطقة بمنخفض جوي آخر .

Cloud height (metres): 7600, 6100, 4500, 2500, 2000, 1500, 1000, 500, 0
Rainfall (mm): 20, 15, 10, 5, 0
Weather phenomena
Pressure (mb): 1030, 1020, 1010, 1000
Cloud amount (oktas): 8, 6, 4, 2
Temperature (°C): 15, 5
Wind speed (m.p.h.): 30, 20, 10
Wind direction: W, N, E, S, W
Time: 0, 12, 0, 12, 0, 12, 0, 12, 0, 12, 0, 12, 0, 12, 0, 12, 0, 12, 0, 12, 0, 12, 0, 12, 0
Date: 25th, 26th, 27th, 28th, 29th, 30th, 31st, 1st, 2nd, 3rd, 4th, 5th

شكل (٦٥) تسجيلات تخطيطية تبين اثار منخفض جوي جنوبي المسار سيطر على البلاد خلال الفترة من ٢٥ يناير الى ٥ فبراير ١٩٧٤ ، مطار الكويت الدولي .

آثار المنخفض الجنوبي المســـــار :

تهدأ سرعة التيار الشمالي الغربي أو تنحرف لتكون شمالية شرقية او تتوقف تماما ويأخذ الضغط الجوي في الانخفاض ، تبدأ الغيوم في تغطية السماء تدريجيا وتأخذ في الانخفاض شيئا فشيئا ، بعد تطور السحب يبدأ الهطول بشكل متواصل يستغرق يوما أو يومين وبوجه عام يتراوح المجموع اليومي لهذا النوع من المطر بين ١٠ و ٣٠ ميلليمترا اما درجة الحرارة فإنها تبقى حول المعدل المنخفض . وتكون الرياح معظم الوقت ساكنة أو شمالية شرقية وخاصة اثناء المطر . وبعد أن يعبر المنخفض الجوي شبه الجزيرة العربية متجها شرقا فإن التيار الشمالي الغربي البارد يهب في اعقابه وتكون سرعته عادة بين خفيفة ومعتدلة وتتبدد السحب بالتدريج شكل (٦٥) .

آثار المنخفض الجوي الشتوي المعقد :

تهدأ سرعة التيار الشمالي الغربي وتبدأ السحب العالية في التكاثر ثم تهطل الأمطار القليلة عادة في اليوم الثاني الذي تتحول فيه الرياح الى شمالية شرقية أو شرقية خفيفة السرعة ، وخلال الليل تتغطى السماء تماما بالسحب وتحدث العواصف الرعدية عادة خلال النصف الثاني من الليل حيث تتطور حالة عدم استقرار بسبب حبس السحب لحرارة النهار خلال الطبقة السفلى فيما تستمر الطبقة العليا في فقد الحرارة عن طريق الاشعاع المستمر ، وتهطل الامطار التي تكون غزيرة أحيانا وعلى شكل وابل يصاحبها البرد أحيانا ، وقد يحدث الضباب الذي يهبط معه مدى الرؤية الى أمتار قليلة في بعض الاحيان ، ومن الممكن أن يستمر هذا الوضع لثلاثة ايام أو أربعة . وبمرور مركز هذا المنخفض بالبلاد تجاه الشرق تتحول الرياح الى شمالية غربية باردة وتنقشع السحب تدريجيا .

٩ ـ الضبـــــــاب

الضبـــــاب

لا يحدث الضباب في الكويت بكثره حيث لا يتعدى المتوسط السنوي ٩ أيام (٥,٢ يوما منها في الشتاء) ويبين التفاوت اليومي للضباب ميلا واضحا للحدوث خلال الفترة من منتصف الليل وحتى ساعة أو ساعتين بعد شروق الشمس ، وتحدث في الكويت ثلاثة أنواع من الضباب وهي : الضباب الاشعاعي والضباب الاشعاعي المتنقل والضباب المتنقل .

١ - الضباب الاشعاعي :

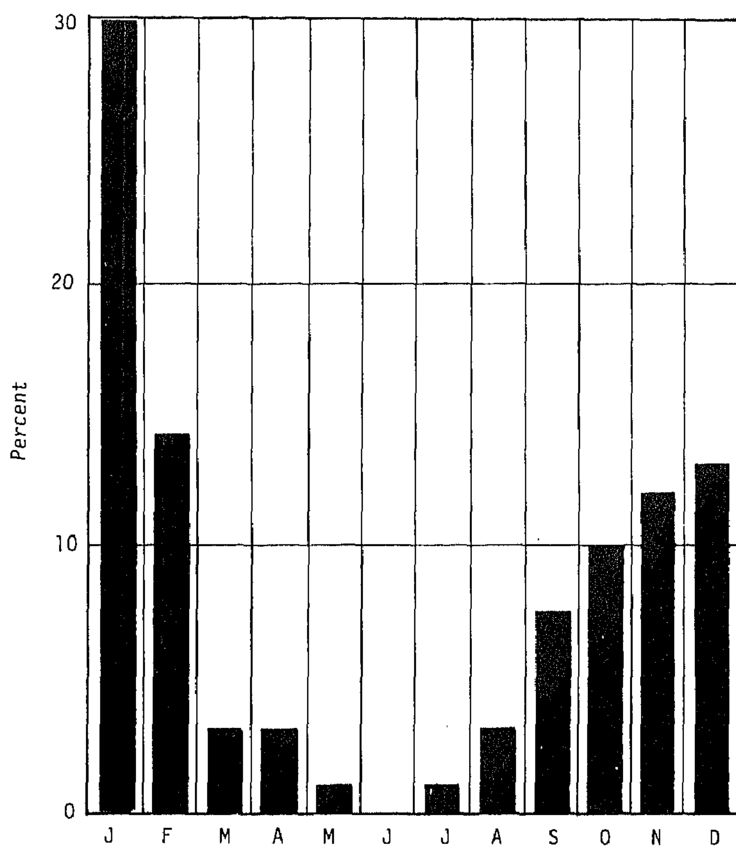
يحدث الضباب الاشعاعي في الكويت عندما ترتفع نسبة الرطوبة في الهواء اما بسبب هبوب الرياح الجنوبية الشرقية أو بسبب الامطار السابقة ، فاذا حدث وتعرض الهواء للتبريد فان الرطوبة النسبية سوف ترتفع الى اكثر من ٩٠ ٪ ويزداد التكاثف وتتحول الشابوره الى ضباب .

ويحدث الضباب الاشعاعي عادة خلال الليالي الهادئة الرياح والصافية حيث تفقد الارض قدرا كبيرا من حرارتها عبر الاشعاع الليلي مما يؤدي الى برودة الهواء الملامس لسطح الارض (شكل ٦٧) .

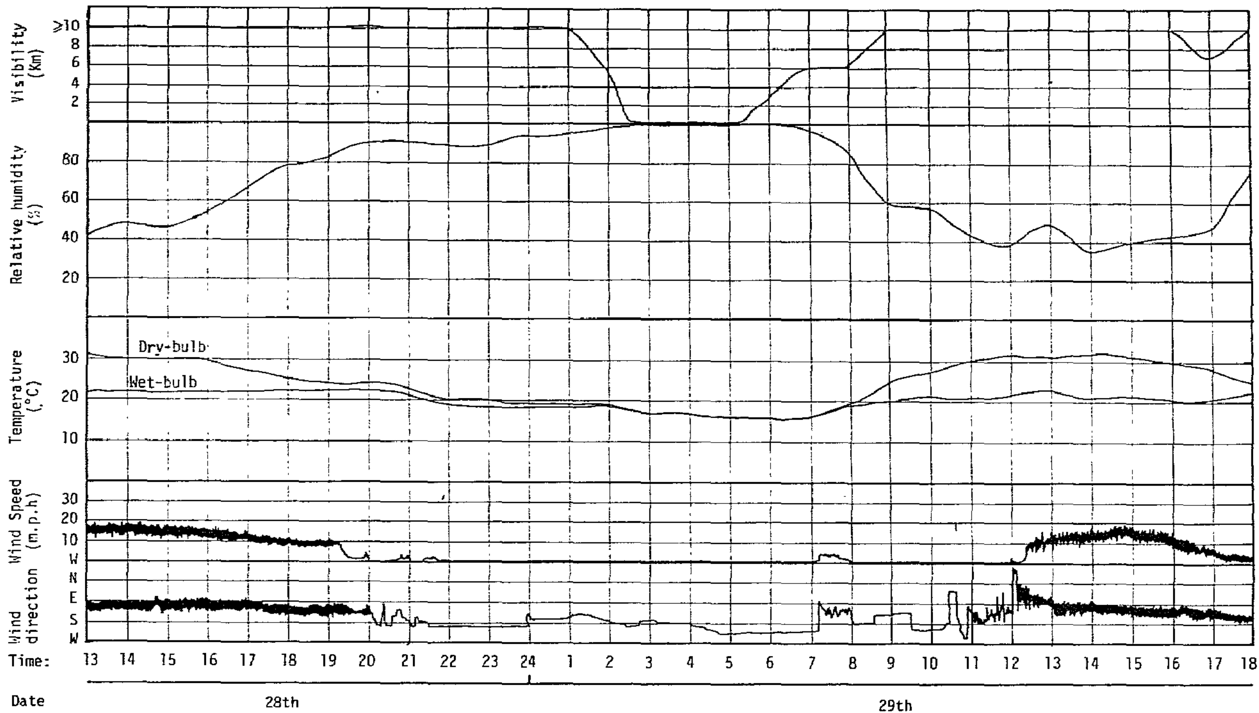
٢ - الضباب المتنقل :

يتشكل الضباب المتنقل في الكويت اذا انساب هواء شرقي دافيء ورطب نسبيا وخفيف السرعة فوق الارض الباردة الأمر الذي ينتج عنه انخفاض حرارة طبقات الهواء السفلى الى ما دون نقطة الندى وتشكل الضباب .

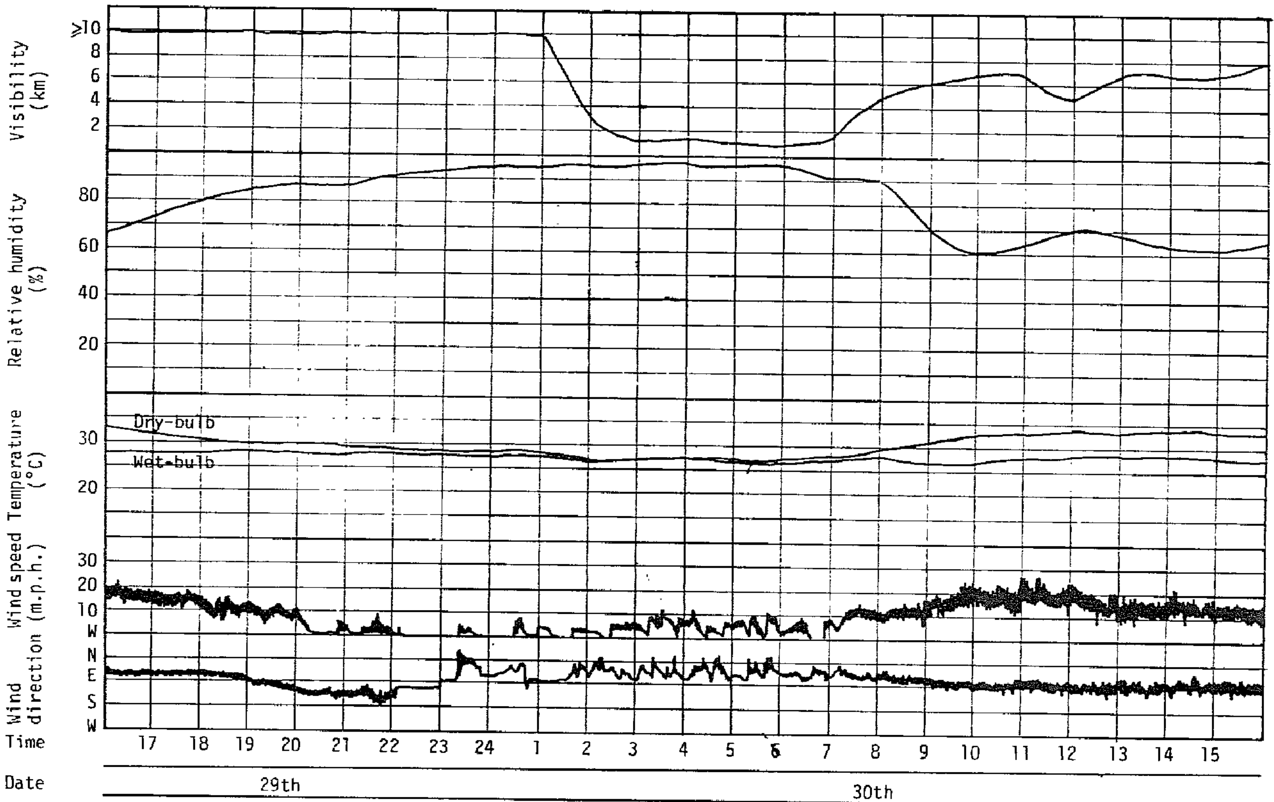
ويحدث هذا النوع من الضباب في الكويت حوالي وقت الفجر خلال فصل الصيف وخلال الليل والصباح الباكر خلال الفصول الاخرى (شكل ٦٨) .



شكل (٦٦) التفاوت السنوي للضباب في مطار الكويت الدولي .



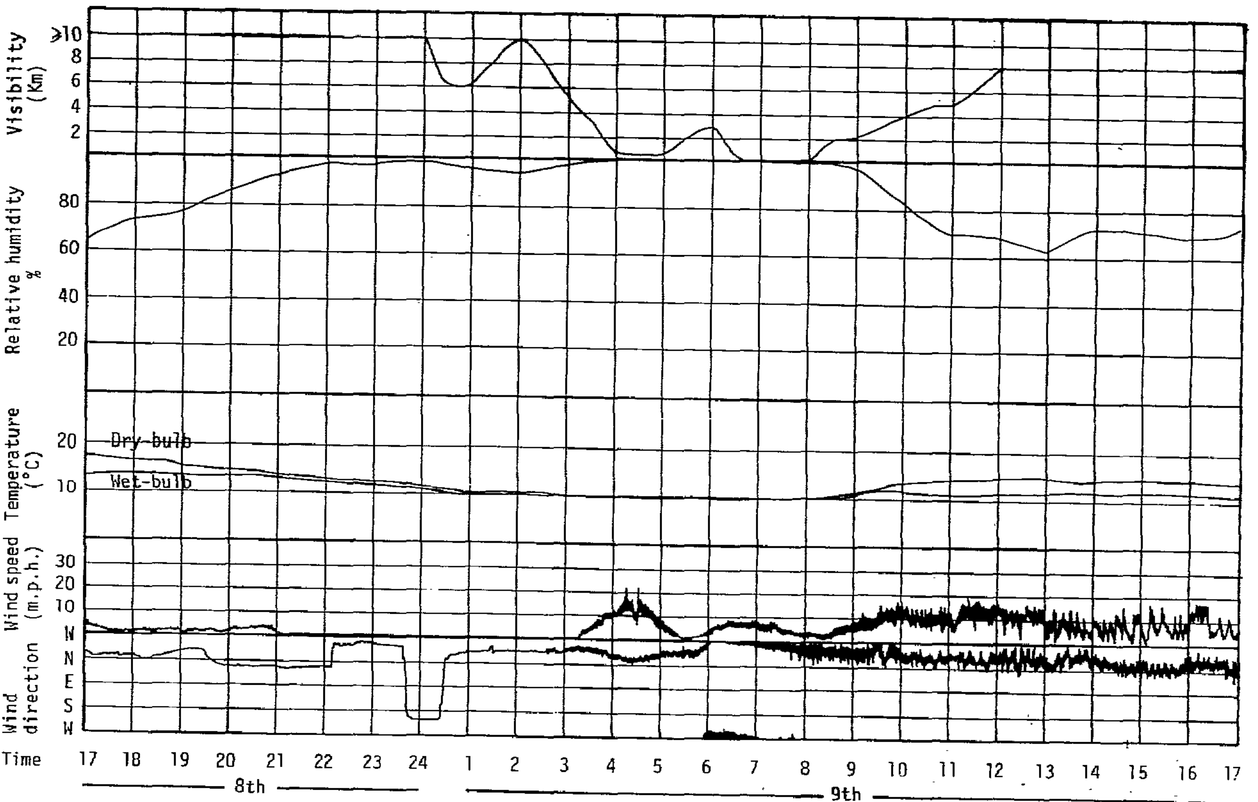
شكل (٦٧) تسجيلات تخطيطية تبين حدوث الضباب الاشعاعي في مطار الكويت الدولي يـــــوم ٢٩ اكتوبر ١٩٧٠ .



شكل (٦٨) تسجيلات تخطيطية تبين تدفق الضباب المتنقل من الشرق والشمال الشرقي تجاه مطار الكويت الدولي يوم ٣٠ سبتمبر ١٩٦٧ .

٣ – الضباب الاشعاعي المتنقـــــــل :

قد ينتج الضباب المتنقل خلال الشتاء عن طريق الرياح الشمالية أو الشمالية الغربية الباردة الخفيفة السرعة ، فعندما تهطل الامطار فإن الضباب الاشعاعي يبدأ في التشكل خلال الليالي الهادئه فوق الاراضي الصحراوية الداخلية الواقعة الى الغرب من مياه الخليج العربي بسبب حرارتها المنخفضة بالمقارنة مع تلك الواقعة بالقرب من الساحل ، وحوالي وقت الفجر تنساب الرياح الغربية والشمالية الغربية الخفيفه دافعة أمامها هذا الضباب الاشعاعي شرقا وجنوبا وينتج عن ذلك تدفق ضباب كثيف تجاه الخليج العربي إلا أنه غالبا ما يتبدد بعد ساعتين أو ثلاث ساعات من شروق الشمس ، ويتميز مدى الرؤية خلال هذا النوع من الضباب بالتغير السريع حيث يحدث أن يهبط بسرعة من ٣ كم الى ٢٠ مترا فقط خلال دقائق قليله ثم يتحسن بعد ذلك وبنفس السرعة (شكل ٦٩) .



شكل (٦٩) تسجيلات تخطيطية تبين كيفية حدوث الضباب الاشعاعي المتنقل غربا وتدفقه نحو مطار الكويت الدولي يوم ٩ يناير ١٩٧٠ .

١٠ ـ عناصر مناخية متنوعـــــــه

سطوع الشمس

تظهر في الكويت كميات لا بأس بها من الغيوم خلال الفترة من نوفمبر الى ابريل مما يؤدي الى حجب الشمس لمدد لا بأس بطولها ، أما خلال فصل الصيف فقلّما تحجب الشمس اللهم إلا خلال العواصف الترابية الشديدة العنف .

جدول (٥) متوسط النسبة المئوية اليومي لسطوع الشمس في مطار الكويت الدولى

	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	السنة
النسبة المئوية	٧١	٦٨	٦٥	٦١	٦٩	٧٦	٧٥	٨٢	٨٣	٨٢	٧٤	٧٢	٧٣

ويبين الجدول زيادة ملحوظة في نسبة سطوع الشمس خلال الشهور أغسطس وسبتمبر واكتوبر لكون السماء صافية معظم الوقت ولقلة حدوث العواصف الترابية الشديدة التي تحجب السماء . أما في شهر نوفمبر فإنه يلاحظ انخفاض واضح في نسبة سطوع الشمس لميل الطقس الى التغير السريع من أحوال الصيف ذو السماء الصافية غالبا الى أحوال الشتاء الغائم نسبيا .

التغيـــــيم

لا يتعدى المتوسط الشهري لكمية الغيوم الكلية ٤ أثمان كما يتوقع في منطقة صحراوية شبه مدارية ويبلغ التغييم الذروه خلال شهور الشتاء والربيع وخاصة ابريل بينما يصل التغييم الى الحد الأدنى خلال فصل الصيف وخاصة أثناء هبوب الرياح الشمالية الغربية الجافة خلال هذا الفصل .

جدول (٦) المتوسط الشهري لكمية الغيوم (بالأثمان) في مطار الكويت الدولي .

	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	السنة
الكمية الكلية	٢,٧	٢,٨	٢,٦	٣,٢	٢,٠	٠,٥	٠,٦	٠,٤	٠,٣	١,٢	٢,٥	٢,٥	١,٨

وبوجه عام فقد لوحظ وجود اختلاف يومي واضح في كمية الغيوم وهو ظهور كمية من الغيوم خلال النهار اكثر من الليل ، وليس ذلك فقط في الغيوم الركامية التي تعتمد على تيارات الحمل ، بل ايضا في الغيوم المتوسطة والغيوم العالية .

التبخـــــــر

تعتمد كمية التبخر بشكل كبير على موضع المرصد ، فالقيم المأخوذة لمحطة في المدينة سوف تكون مختلفة تماما عن تلك المأخوذة على بعد كيلو مترات قليلة في الضواحي ، هذا الاختلاف يرجع بصفة رئيسية الى الاختلاف في سرعة الرياح وفي كمية الرطوبة

جدول (٧) الكميات اليومية للتبخر (ملم) بيشه في مطار الكويت الدولي .

	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	السنة
المتوسط اليومي	٥,٢	٧,٣	١٢,٠	١٤,٤	٢١,٩	٣٠,٥	٣١,٠	٢٧,٢	٢١,٧	١٤,٣	٨,٥	٦,١	١٦,٧
اكبر كمية خلال يوم واحد	١٣,٢	١٨,٣	٣٠,٠	٣٦,٠	٤٢,٢	٥٢,٤	٥٢,٨	٤٨,٥	٤٠,٥	٣١,٦	٢٢,٠	١٩,٧	٥٢,٨

ويبين الجدول (٧) المتوسطات اليومية واكبر كمية حدثت من التبخر خلال يوم واحد . والتفاوت السنوي كبير ويرجع السبب الى ارتفاع درجة الحرارة والى اشتداد سرعة الرياح الشمالية الغربية الجافة والحارة خلال فصل الصيف وخاصة خلال شهري يونيو ويوليو ، كما يتبين من الجدول ايضا عظم كمية التبخر التي يمكن أن تحدث خلال ٢٤ ساعه ، واكبر كمية تبخر حدثت في الكويت بلغت ٥٢,٨ ملم بتاريخ ٥ يوليو ١٩٧٣ كنتيجة لاستمرار هبوب الرياح الشمالية الغربية الحارة والجافة والقوية .

ومن الجديربالذكرأنالتبخر المذكور أعلاه هو التبخر الممكن أو المحتمل والطريقة المباشرة لرصده تم بواسطة انبوب مملوء بالماء وفي أسفله قطعة من الورق ويتبخر ماء الانبوب عن طريق ملامسة الهواء لها ، أو بواسطة وعاء يملأ بالماء ، وهو الذي يكفل الامداد المائي المستمر أما التبخر الفعلي في الكويت فانه منعدم تماما خلال فصل الصيف بسبب المناخ الصحراوي وضئيل جداخلال فصل المطر لتوفر مساحات ضئيلة قد تسمى مجازا بحيرات ، وهي «الخبارى» التي تنتج عن سقوط امطار رعدية غزيرة في فصل المطر .

الرطوبة النسبيـــــــة

يكون التفاوت السنوي للرطوبة النسبية كبيرا جدا فيسجل الحد الأدنى خلال فصل الصيف وخاصة خلال شهري يونيو ويوليو بسبب الرياح الشمالية الغربية الحارة بينما يسجل الحد الأعلى خلال فصل الشتاء وخاصة عندما تسود الرياح الجنوبية الشرقية الرطبه ويبلغ الفرق في المتوسط الشهري بين الحدين حوالي ٤٠٪ .

جدول (٨) القيم اليومية للرطوبة النسبية (٪) .

	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	السنة
المتوسط	٦١	٥٥	٤٦	٤٤	٣٠	٢١	٢٢	٢٥	٢٩	٤٢	٥٤	٥٩	٤١
متوسط العظمى	٨٥	٨٠	٦٩	٦٦	٤٧	٣٣	٣٥	٣٩	٤٧	٦٥	٧٧	٨٢	٦٠
متوسط الصغرى	٣٨	٣١	٢٣	٢٢	١٣	٨	٩	١٠	١٢	١٩	٣١	٣٦	٢١

التطـــــرف :

يمكن أن تصل الرطوبة الى ١٠٠٪ أو قريبا من هذا الرقم في أي من شهور السنة وكذلك يمكن ان تتدنى الرطوبة النسبية الى قيم منخفضة جدا (٢٪ أو أقل) خلال أي شهر من شهور السنة .

جدول (٩) نهايات الرطوبة النسبية (٪) .

	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايـو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفبر	ديسمبر	السنة
أعلى ما سجل	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٩٧	٩٨	٩٩	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
أدنى ما ١ سجل	١	٢	١	١	١	١	١	١	١	١	٢	٢	١

١١ - الصقيع في الكويـــــت

الصقيع في الكويـــــت

يسبب الصقيع الذي يحدث خلال الشتاء خسائر فادحة في المحاصيل الزراعية في كثير من بلدان العالم ، إلا أنه من الممكن منع حدوث الكثير من هذه الخسائر حيث يمكن التنبؤ بحدوث الصقيع وتحذير المزارعين لاتخاذ الاحتياطات اللازمة تجاه هذا الخطر .

أسباب حدوث الصقيع :

يمكن للصقيع أن يحدث نتيجة لظهور أحد السببين الآتيين :

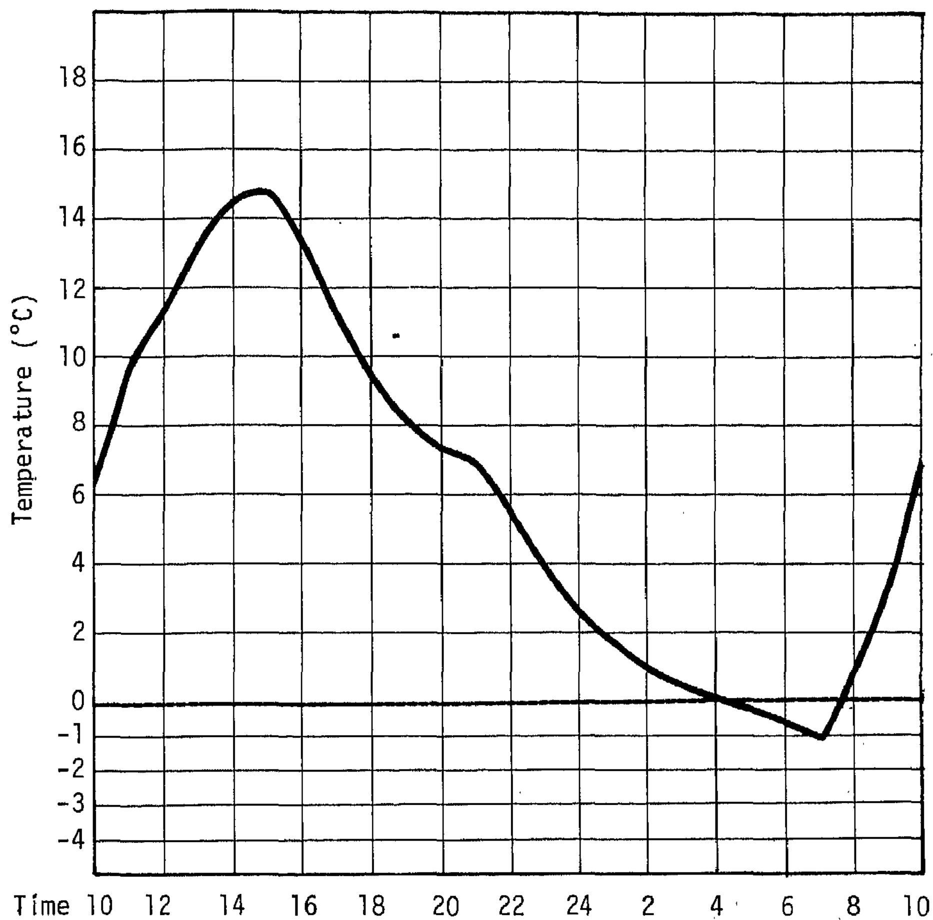
١ ـ تدفق كتلة هوائية شديدة البرودة تنخفض درجة حرارتها عن الصفر المئوي .

٢ ـ فقدان الحرارة بواسطة الاشـعاع .

(أ) ويشبه النوع الأول (الصقيع المصحوب بالرياح النشطة) موجة باردة حيث تتدفق على المنطقة كتلة ضخمة من الهواء البارد في اعقاب منخفض جوي عميق ، وقد يستمر الهواء البارد في هذه الحالة في السيطرة على البلاد لعدة أيام .

وتعتبر الحماية الفعالة على أساس تجاري في هذه الحالة غير مؤثرة نظرا للرياح القوية الباردة ومهما يكن فان بعض الحماية عن طريق التغطية قد تكون ممكنة ومفيـدة .

(ب) ويحدث النوع الثاني خلال الشتاء أثناء تأثر البلاد بمرتفع جوي حيث يتحرك الهواء الشمالي الغربي الخفيف الذي يكون في هذا الفصل باردا وجافا ، وتبلغ الحرارة العظمى خلال النهار في هذه الاوضاع ١٠°م أو



شكل (٧٠) مخطط لدرجة الحرارة يبين صقيعا اشعاعيا في مطار الكويت الدولي يوم ٢٩ ديسمبر ١٩٦٣ .

١٥°م ، ولكن التبريد السريع بواسطة الاشعاع خلال الليل يخفض الحرارة إلى ما دون الصفر المئوي وتكون الرياح المصاحبة عادة بين شمالية غربية وجنوبية غربية خفيفة السرعة او هادئة أحيانا وتكون السماء صافية ، ويشكل هذا النوع من الصقيع غالبية الحالات التي تحدث في الكويت ، ولذلك فسوف يحظى بنوع من التفصيل اكثر من النوع الآخر في هذه الدراسة .

موسم الصقيع في الكويـــــت :

تبين من الدراسات المناخية التي تم القيام بها امكانية حدوث الصقيع في الكويت في اي وقت خلال الفترة من ٢٤ نوفمبر الى ١١ مارس، إلا أن ٨٩ ٪ من هذا الصقيع يحدث خلال الفترة من ١٦ ديسمبر الى ٢٣ فبراير .

ويحدث الصقيع في المتوسط لمدة ٦ أيام خلال الفصل البارد – نوفمبر الى مارس – إلا أنه قد لا يحدث تماما في بعض السنوات ، وقد يتكرر حدوثه لمدة ١٨ يوما خلال الفصل الواحد كما حدث ذلك خلال الفصلين ١٩٦٣ – ١٩٦٤ و ١٩٧٢ – ١٩٧٣ ، وبالطبع فإن أقسى درجات الصقيع تلك التي تحدث خلال الفترة من ١٥ ديسمبر الى ١٥ فبراير حيث تنخفض درجة حرارة الهواءالملاصقة لسطح الارض الى أقل من – ٣°م في احيان كثيرة .

ومن الجدير بالذكر ان التمكن من حماية المزروعات ضد حالات الصقيع هذه أو حتى حالة أو حالتين من الممكن ان تمدد فصل النمو لعدة اشهر .

ظروف الطقس المصاحبه للصقيع الاشعاعي :

تقدم فيما سبق ان الصقيع الاشعاعي يحدث عندما تغطي البلاد كتلة هوائية باردة جافة وتكون حركتها بطيئة جدا الى درجة الركود وتبقى مستقرة كذلك لليلة أو اكثر ، وقد تكون الشمس في مثل هذه الظروف ساطعة خلال النهار وقد تصل درجة الحرارة الى ١٥°م ، أما خلال الليل فإن صفاء السماء وانخفاض ما يحتويه الهواء من الرطوبة يساعدان على الفقدان السريع للحرارة عن طريق

الاشعاع فتنخفض درجة الحرارة سريعا بعد الظهر وقد تصل حدود التجمد أو أقل من ذلك قبل الفجر بعدة ساعات ، ويمثل شكل (٧٠) تبريدا اشعاعيا حدث في مطار الكويت الدولي يوم ٢٩ ديسمبر ١٩٦٣ .

ويعتمد مدى هبوط منحنى درجة الحرارة على عدة عوامل ، إلا أنــه يتضاءل قليلا عندما تقترب درجة الحرارة من التجمد عند ظهور أي رطوبة في – أو فوق – السطح المشع ، والحرارة الكامنة الناتجة عن البخر تطلق بواسطة تجمد الماء فتكون كافية لفترة قصيرة في تعويض الحرارة المفقودة عن طريق الاشعاع ، كذلك فانه اذا انخفضت درجة حرارة الهواء وبلغت درجة حرارة الندى لهذا الهواء(غالبا ما تكون الدرجة التي يتكون عندها الندى في الكتل الهوائية المنتجة للصقيع عدة درجات تحت الصفر المئوي) فإن طاقة اكثر تطلق وذلك عندما يتكاثف بخار الماء ويتجمد على السطح المشع ، وبطريقة التوصيل يبرد الهواء الملاصق للسطوح المشعة (التربة والاوراق) فتتكون طبقة رقيقة من الهواء البارد وتأخذ في السماكه تدريجيا ، وينساب الهواء البارد تجاه المناطق الاخفض ويميل للتجمع في المناطق الحوضية .

تأثير السحب والرياح على الحرارة الصغرى :

ومن الجدير بالذكر ان تأثير السحب وسرعة الرياح على الاشعاع الليلي هام جدا ويجب ان يؤخذ في الحسبان عند تقدير الحرارة الصغرى المتوقعة ، ذلك أن السحب – وخاصة المنخفضة – تعمل عمل الدرع تجاه الاشعاع الأرضي الطويل الموجه وتقوم بامتصاص الطاقة ثم اشعاعها مرة أخرى مما يؤدي الى تقليل الحرارة المفقودة بشكل كبير ، كذلك تقوم الرياح النشطة بخلط طبقات الهواء السطحية فيؤدي ذلك الى جلب هواء أدفأ من الأعلى .

تدفق الهواء البارد وتجمعه في المناطق الحوضية :

من المعروف أنه في المناطق التي يشكل الصقيع فيها مشكلة جديه فإن حقول الكروم والفاكهة فيها تكون محصورة في المنحدرات وجوانب التلال ولا تمتد

كثير ا داخل الوديان ، ذلك ان التجربة قد بينت ان درجات الحرارة المدمرة تكون اكثر تكرار واكثر قسوة فوق الأراضي المنخفضة ــ الوديان ــ اذ أن الهواء البارد يتجمع في الوادي بعد ان ينساب فوق المنحدرات .

وفي الكويت نجد أن أخفض درجات الحرارة الصغرى تسجل في المناطق الحوضية المنخفضة حيث تشكل هذه المناطق ما يشبه « المصيدة » للهواء الابرد وعلى الرغم من أن الفرق في الارتفاع بين مطار الكويت الدولي وبين منطقة العمرية لا يعتبر كبيراً (١) فإن التباين في درجة الحرارة الصغرى لمستوى العشب بين المحطتين يظهر فروقا ملموسة .

التاريخ	مطار الكويت الدولي	العمرية
١	ــ ١,٧	ــ ٥,٧
٢	ــ ٣,١	ــ ٧,٨
٣	٠,٨	ــ ١,٩
٤	ــ ٢,٩	ــ ٤,٧
٥	ــ ٢,١	ــ ٤,٣
٦	ــ ٤,٠	ــ ٣,٣
٧	ــ ٣,٠	ــ ٦,٧
٨	ــ ٣,٩	ــ ٥,٨
٩	ــ ٠,٤	ــ ٢,٠

جدول (١٠) التباين في درجة الحرارة الصغرى لمستوى العشب بين محطتي مطار الكويت الدولي والعمرية بسبب انخفاض الثانية عن الأولى ــ يناير ١٩٧٣ .

(١) يبلغ ارتفاع محطة مطار الكويت الدولي ٤٥ مترا فوق سطح البحر ، بينما يبلغ ارتفاع محطة العمرية ٢١ مترا

طرق الحمـــــاية من الصقيع :

القاعدة الرئيسية لأكثر طرق الحماية من الصقيع بسيطة جدا ، فالصقيع يحدث بسبب الهواء البارد ، وهذا الهواء يصل الى المنطقة اما عن طريق الرياح الباردة أو ينتج محليا عن طريق الاشعاع الليلي السريع ، وقد ينتج عن طريق هذين العاملين متحدين ، وعلى ذلك فإنه اذا امكن منع فقدان الحرارة أو التقليل منه أو أمكن زيادة كمية من الحرارة لابقاء الاخيرة فوق نقطة الخطر فإنه يمكن تجنب حدوث الصقيع .

ولا يوجد توصية عامة تشير الى « أحسن » الطرق المتبعة للحماية من الصقيع ويرجع السبب في ذلك الى تورط عوامل غاية في الكثرة في مسألة الاختيار . إلا أنه يوجد اتفاق عام على أن « التسخين » هو الامثل اذا كان الوقود ميسورا ، والأيدي العاملة متوفرة ، ومهما يكن ، فإن الطرق الأخرى قد تكون شبيهة التأثير مع فعالية اكبر في حالات معينـــة .

١ ــ التغطيــــــــه : Covering :

لعل التغطية هي أبسط واكثر طرق الحماية من الصقيع شيوعا ولكن .لأنواع معينة من المحاصيل حيث أنه لا يصلح للأشجار الطويلـــة .

وفي فلوريدا يقوم المزارعون بحماية اشجار الطماطم الصغيرة من الصقيع « بتغطيتها » بالتراب لمدة يوم أو يومين أو ثلاثة حسب طول فترة الصقيع وشدته بعد ذلك يزال التراب عن النبات بعناية . وهذه الطريقة فعالة مع الشجيرات الصغيرة نسبيا (١٥ ــ ٢٠ سم طولا) ، وقد جربت بنجاح الصناديق والسلال والاحواض الخشبية ، ولكن تبقى المشكلة الرئيسية في تكاليف المواد المستعملة وحجم العمل المطلوب والوقت المطلوب للتغطية .

ويجب أن تكون المادة المستعملة غير منفذة لاشعاع الموجة الطويلة المعاد بثه من تحت الاغطية والا فإن درجة الحرارة تحت الغطاء سوف تكون أخفض من الخارج ، كذلك يجب أن تكون موصلة رديئة للحرارة وقد تبين من التجارب أن

الأغطية المعدنية – التي تمتص وتشع الحرارة بسرعة – تؤدي الى اضرار اكثر تحت الأغطية من تلك التي في الخارج ، وتستعمل الاغطية المتحركة من القش في شمال شرق سويسرا ومع أنها لا تؤدي الى رفع الحرارة بصورة فعاله ، فإن الحماية من الصقيع تكون كافيـــة .

كذلك الأمر بالنسبة للاغطية البلاستيكية والبيوت الزجاجية ، فمع أنها تستعمل في مناطق كثيرة من العالم فإن أثرها في منع اضرار الصقيع الاشعاعي مسألة مشكوك فيها ، ويوجد اجماع بين العلماء ينص على أن الزجاج والبلاستيك الشفاف يعمل على زيادة درجة حرارة التربة خلال الأيام المشمسة ولكنه يساعد أيضا على خفض درجة الحرارة الصغرى خلال الليالي الصافية النشطه الاشعاع ، ذلك أن اشعاع الموجة الطويلة يمتص من قبل الزجاج لقابلية الأخير الكبيرة لذلك وعليه فإن سطح الزجاج الداخلي يسخن عن طريق اشعاع الموجة الطويلة – ليلا – ولأنه موصل جيد للحرارة ، فان هذه الحرارة سوف توصل سريعا الى السطح الخارجي حيث يعاد اشعاعها ثانية ، والتأثير الوحيد لهذا الزجاج هو أن الاشعاع الصادر من النبات والتربة بدلا من أن يخرج رأسا للفضاء فإنه يمر بالزجاج ثم إلى الفضاء ، لذلك فانه ببرودة هذا الزجاج برودة شديدة فان الهواء الداخلي القريب من الزجاج يبرد عن طريق التوصيل وهكذا تنخفض درجة حرارة الهواء بسرعة داخل البيت الزجاجي .

ويكمن تأثير البيت الزجاجي في أنه يقطع تماماً حركة الخلط والاضطراب في الهواء فلا تؤثر في الهواء داخل البيت ، وهذا يكون جيدا خلال النهار بقدر ما يكون سيئا خلال الليل .

ومن الجدير بالذكر ان تسخينا ضئيلا (موقد مثلا) يوضع داخل البيت الزجاجي ينتج عنه نتائج حسنه .

أضرار البلاســـــتيك :

ينتج عن البيوت الزجاجية والبلاستيكية ارتفاع في نسبة الرطوبة في محيط النبات مما يزيد خطورة الاصابة بأمراض نباتية معينة ، ولهذا السبب فمن الأفضل ازاحة الأغطية خلال النهار كلما أمكن ومراقبة أي علامات للمرض المتوقع .

٢ ـ التســـــخين : Heating :

يستعمل التسخين (المواقد او الحرائق الصغيرة) للحماية من الصقيع في كثير من بلدان العالم ويمكن للمواقد ان تحرق النفط والخشب والفحم وغير ذلك من أدوات الوقود المتيسرة .

وكما تقدم فيما سبق فإن كميات كبيرة من الحرارة تفقد عن طريق الاشعاع خلال الليل فتكون طبقة الهواء السفلى باردة ويتطور انعكاس حراري ، والهدف من التسخين هو زيادة كميات كافية من الحرارة لهذه الطبقة لتعويض الحرارة المفقودة ، والابقاء على درجة الحرارة فوق نقطة الخطر ، وأفضل وقت لذلك عندما يكون الهواء هادئا باستعمال عدد كبير من المواقد الصغيرة التي تضيف كميات منتظمة ومتناسقة من الحرارة تؤثر في المنطقة المحمية وان كانت صغيرة .

ومن الجدير بالذكر ان مواقد صغيرة كثيرة موزعة باتقان خلال المساحة المزروعة تكون أفضل من حرائق قليلة ولكن كبيره . ذلك أن الحرائق الكبيرة تؤدي الى نشأة تيار قوي من الهواء الحار يرتفع بسرعة فيخترق سقف الانعكاس الحراري دون ان ينتشر ويختلط مع الطبقة السطحية البارده ، وقد ينتج عن ذلك أذى اكبر حيث ينساب الهواء البارد تجاه مكان الاحتراق .

كمية الوقود اللازمة للتسخين :

يحتاج الفدان (٤ دونم تقريبا) من ١٤ ــ ٢٨ جالون من الوقود في الساعة « وفي حاله نموذجية في فلوريدا خلال ليلة باردة (الحرارة الصغرى ــ ٨°م) أحرق صاحب مزرعة مساحتها ٤٠٠ فدان من الحمضيات ٥٥,٠٠٠ جالون من الوقود خلال ١٠ ساعات وانقذ جميع المحصول . أي بمعدل ١٤ جالون للفدان في الساعة وكان توزيع هذه المواقد على أساس ٦٠ في الفدان .

أنواع المواقـــــد :

تختلف المواقد في انواعها وتتدرج من المصنوعة خصيصا لهذا الغرض حتى توفر أكبر قدر ممكن من التسخين الى تلك التي لا تزيد عن أنها دلو عادي ، وقد تبين أن الاخيرة هي الأكثر اقتصادا وأداء للعمل بشكل مقنع .

ويعد الديزل من أفضل أنواع الوقود المستعمل في هذا الخصوص ، وعادة يحترق وقود السطل العادي (جالون وربع) خلال ساعة ونصف وقد تبين من التجارب هذه النتائج :

عدد المواقد في الفــــدان	مقدار الحمايـــــة
٦٠	٤ْم
٤٥	٢ْم

ويجب ألا يزيد عدد الدلاء اللازمة للتسخين (الاقتصادي) عن ٦٠ في الفدان ما لم تكن المنطقة شديدة الانخفاض .

كذلك تبين من التجارب أنه كلما كبرت المساحة المسخنة كلما نقص مقدار الوقود اللازم لرفع الحرارة الى قيم معينة ، فالتسخين فوق أرض مساحتها ٢ فدان يحتاج الى ٢٢,٥ جالون للفدان بينما التسخين فوق أرض مساحتها ١٢ فدان يحتاج $\frac{٥}{٦}$ ١٠ جالون للفـــــدان .

موضع المواقـــــــد :

يجب أن تكون المسافات بين المواقد منتظمة مع مضاعفة المواقد في جوانب المزرعة التي تنساب منها الرياح الخفيفة البـارده .

حجم الموقـــــــد :

من الجدير بالذكر ان الدلو سعة ٥ جالون الكبير هو أفضل الأنواع لأنه يقلل حجم تكاليف العمل بتقليل عدد مرات اعادة الملء ، ويمكن التحكم في مدى الاشتعال والتسخين بسهولة عن طريق قطعه معدنيه متحركه فوق الدلو ، ومثل هذه الاغطية مفيدة أيضا عندما لا تكون المواقد مستعملة .

٣ ــ آلات احداث الرياح Wind machine : :

وتعتمد هذه الطريقة على تزويد الطبقة الهوائية الباردة السفلى بهواء أدفأ من الطبقة التي تعلوها ، ذلك أن درجة الحرارة على ارتفاع ١٥ متر فوق سطح الأرض

تكون احيانا أعلى ٦ ـ ٨ْم من تلك القريبة من السطح ، فإذا ما تم خلط هذه الطبقة الدافئة مع تلك الباردة فإن بعض الحماية من خطر الصقيع سوف تتوفر .

وقد تم استحداث واتباع عدة طرق لهذا الغرض ، اذ تم تركيب مراوح كبيرة بطيئة الحركة ذات قوة أحصنه منخفضة على ابراج يبلغ ارتفاعها ١٠ أمتار وبشكل رأسي ، وقد صممت هذه المروحة لتسحب كمية كبيرة من الهواء الدافيء العلوي الذي يبلغ ارتفاعه ٢٥ ـ ٣٠ مترا وتقوم بنشره فوق السطح المراد حمايته إلا أن احتكاك الرياح المنخفضة وقابلية طفو الهواء الدافيء فوق البارد برزت كمشكلة تحد من تأثير هذه الطريقة وقد وجد أن تأثير هذه الطريقة على حرارة السطح ينخفض بسرعة بالابتعاد عن المروحة ، فعلى بعد ٥٠ متر تقريبا من المروحة فإن التأثير ينخفض الى حوالي ٢٠ ـ ٢٥٪ من ذلك التأثير تحت المروحة .ويزداد هذا الانخفاض خلال الليالي ذات الصقيع الشديد والانعكاسات القويـــــة .

والخلاصة أن حالات النجاح التي حصل عليها نتيجة لاستعمال هذه الطريقة في الحماية من الصقيع محدودة كما أنه لا يمكن الاعتماد عليها في جميع حالات الصقيع ومن الضرورة بمكان الاحتفاظ بوسائل اضافية مساعده للحماية منالصقيع (المواقد أو البلاستيك عادة) وهذه الضرورة تجعل استعمال المراوح غير مجز اقتصاديـ.ـا .

٤ ـ طرق أخرى :

وهناك طرق أخرى للحماية من الصقيع هي حجب السماء بواسطة الدخان والضباب الصناعي للحد من اشعاع الحرارة الليلي ، ولكنها غير معتمدة لأنها لا تمنع الاشعاع الأرضي الطويل الموجه وهناك توصيات للعلماء بعدم اعتمادها .

وهناك طريقة رش المزروعات بالماء ولكن ينتج عنها مشاكل معينة بسبب اغراق الحقل بالماء لاستمرار الرش لخمس ليال متتاليه أحيانا .

معلومـــــات مناخيـــــة

CLIMATOLOGICAL DATA

TABLE 1. CLIMATOLOGICAL SUMMARY

STATION : KUWAIT INTERNATIONAL AIRPORT

MEANS AND EXTREMES FOR PERIOD : 1957 - 1973

Month	Temperature (°C)								Precipitation (mm)					Relative humidity	
	Means				Extremes										
	Daily maximum	Daily minimum	Monthly	Daily grass minimum	Record highest	Year	Record lowest	Year	Mean	Maximum monthly	Year	Greatest daily	Year	Maximum	Minimum
(x)	15	15	15	16	15		15		16	16		16		14	14
January	18.5	7.9	12.7	5.7	29.8	1966	-4.0	1964	24.2	73.2	1972	25.7	1959	85	38
February	20.7	9.3	15.2	7.1	35.8	1969	-1.1	1959	10.6	27.6	1966	20.3	1961	80	31
March	26.1	13.5	19.8	10.7	41.2	1969	3.3	1959	10.0	50.5	1961	28.5	1961	69	23
April	31.2	18.3	24.4	15.5	44.2	1970	9.7	1967	18.2	67.0	1972	39.0	1961	66	22
May	38.2	23.7	31.1	20.8	49.0	1958	15.0	1963	4.3	19.0	1967	18.7	1967	47	13
June	43.4	27.1	35.7	23.6	49.8	1966	20.4	1971	T	0.5	1958	0.5	1958	33	8
July	44.8	28.8	37.4	25.4	49.2	1966 1967	23.3	1959	0.0	0.0		0.0		35	9
August	44.7	28.1	36.8	24.5	49.0	1960 1963	20.6	1960	0.0	0.0		0.0		39	10
September	41.4	24.2	33.3	21.1	46.7	1966 1965	16.8	1959	T	T	1965	T	1965	47	12
October	35.5	19.5	27.5	16.7	43.2	1966 1969	11.3	1960	1.2	12.9	1969	12.9	1969	65	19
November	26.5	13.9	20.1	11.6	36.0	1964	0.7	1958	16.9	107.6	1967	33.5	1961	77	31
December	20.0	8.5	14.0	6.4	30.5	1958	-1.5	1963	14.7	52.9	1958	25.4	1958	82	36
Year	32.6	18.6	25.7	15.7	49.8	June 13th 1966	-4.0	Jan. 20th 1964	100.1	107.6	Nov. 1967	39.0	April 7th 1961	60	21

(x) Length of record years.

T Indicates an amount too small to measure.

TABLE 1. CLIMATOLOGICAL SUMMARY (CONT'D.)

STATION : KUWAIT INTERNATIONAL AIRPORT

MEANS AND EXTREMES FOR PERIOD : 1957 - 1973

Month	Wind (m.p.h.)									Per. of possible sunshine	Average sky cover (oktas)	Average daily maximum sun radiation (°C)	Average daily evaporation-piche (mm)
	Average hourly speed	Prevailing direction	Secondary prevailing direction	Maximum speed*			Maximum dust						
				Speed	Direction	Year	Speed	Direction	Year				
(x)	12	17	17	17	17		17	17		12	12	7	12
January	8.8	NW	SE	42	SSE	1959	53	SSE	1959	71	2.7	51.9	5.2
February	9.9	NW	SE	40	W,SE SSE,NW	1959,67 1969,71	60	S	1971	68	2.8	54.2	7.3
March	11.2	NW	SE	46	SSE	1972	61	W	1971	65	2.6	61.9	12.0
April	11.1	SE	NW	52	SW	1970	72	SW	1970	61	3.2	66.8	14.4
May	11.1	NNW	ESE	66	WSW	1968	84	WSW	1968	69	2.0	72.7	21.9
June	13.2	NW	NNW	45	NW	1973	53	NNW	1970	76	0.5	75.3	30.5
July	12.5	NW	NNW	41	NNW	1957 1958	50	NW NNW	1957	75	0.6	76.8	31.0
August	10.6	NW	ESE	42	NW	1970	56	WSW	1969	82	0.4	76.7	27.2
September	8.6	NW	ESE	39	NW	1970	50	NW	1970	83	0.3	73.3	21.7
October	8.3	NW	S	42	SSE,NW	1967,69	78	SSW	1967	82	1.2	67.8	14.3
November	7.8	NW	SE	38	ENE	1957	49	ENE	1967	74	2.5	58.3	8.5
December	8.6	NW	SSE	42	ESE	1959	53	ESE	1959	72	2.5	51.2	6.1
Year	10.2	NW	SE	66	WSW	May 26th 1968	84	WSW	May 26th 1968	73	1.8	65.6	16.7

(x) Length of record years.

* Maintained for ten minutes.

TABLE 1. CLIMATOLOGICAL SUMMARY (CONT'D.)

STATION : KUWAIT INTERNATIONAL AIRPORT

MEANS AND EXTREMES FOR PERIOD : 1957 - 1973

Month	Mean number of days													
	Clear Sky (less than 2)	Partly Cloudy (2-5)	Cloudy (6 or more)	Precipitation (0.1 mm or more)	Thunderstorms	Distant lightning	Duststorms	Rising dust	Suspended dust	Haze	Fog	Mist	Hail	Visibility less than 1 K.m.
(x)	15	15	15	16	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
January	13.1	13.3	4.6	5.8	1.0	0.3	1.4	3.1	5.4	10.3	2.7	4.7		3.7
February	11.8	12.7	3.7	3.5	0.8	0.7	1.7	4.0	7.7	7.5	1.3	3.2	0.1	3.5
March	13.0	14.7	3.3	3.5	1.4	0.7	2.8	5.7	11.1	5.2	0.3	1.7		4.2
April	10.7	15.6	3.7	4.1	3.7	1.7	3.2	5.1	10.7	5.3	0.3	1.4	0.2	3.8
May	17.1	12.0	1.9	1.4	2.3	0.3	3.9	6.4	13.6	3.3	0.1	0.3	0.1	4.7
June	28.5	1.5		0.1		0.3	4.8	8.4	11.2	3.3		0.1		5.9
July	28.7	2.3	0.1				4.5	8.0	11.1	3.7	0.1	0.4		5.7
August	29.5	1.4	0.1			0.1	1.8	6.2	11.8	7.2	0.3	0.8		2.6
Septem.	27.9	2.1				0.1	0.7	3.5	11.7	10.8	0.7	1.4		1.7
October	23.1	7.7	0.2	0.3	0.4	0.3	0.9	2.0	10.0	11.7	0.9	2.9		2.0
Novem.	14.7	13.3	2.0	3.4	1.6	1.0	0.2	1.7	5.7	12.5	1.1	2.8		1.6
Decem.	14.5	13.5	3.1	3.3	1.1	1.3	1.2	2.0	7.2	11.3	1.2	5.0		2.7
Year	232.6	110.1	22.7	25.4	12.3	6.8	27.1	56.1	117.2	92.1	9.0	24.7	0.4	42.3

(x) Length of record years.

TABLE 2. CLIMATOLOGICAL SUMMARY

STATION : SHUWAIKH

MEANS AND EXTREMES FOR PERIOD : 1953 - 1976

Month	Temperature (°C)							Precipitation (mm)					Relative humidity %	
	Means			Extremes									Means	
	Daily maximum	Daily minimum	Monthly	Record highest	Year	Record lowest	Year	Mean	Maximum monthly	Year	Greatest daily	Year	Maximum	Minimum
(x)	10	10	10	17		17		24	24		23		10	10
January	18.4	9.0	13.7	29.2	1966	–2.6	1964	24.3	97.3	1972	25.0	1972	84	40
February	20.7	10.8	15.7	35.5	1969	0.0	1956	13.8	60.4	1976	23.5	1954	81	37
March	26.0	14.7	20.3	42.0	1969	5.0	1959	16.5	129.5	1954	90.0	1954	70	26
April	30.3	18.8	24.5	42.7	1970	9.1	1954	16.5	74.5	1972	35.5	1976	67	25
May	37.8	24.7	31.3	48.1	1958	15.8	1964	3.9	21.4	1963	14.5	1968	55	19
June	42.6	28.1	35.3	50.8	1954	20.2	1967						41	14
July	43.9	29.7	36.8	50.6	1954	22.8	1955						44	15
August	44.0	29.2	36.6	49.2	1966	20.6	1955						48	17
September	40.7	25.5	33.1	47.2	1954	17.2	1955 1959						53	17
October	34.9	20.9	27.9	42.2	1954	10.6	1955	1.3	18.7	1965	11.7	1965	67	23
November	27.3	15.3	21.3	36.7	1964	2.8	1958	23.2	141.7	1954	62.5	1954	74	34
December	20.4	9.9	15.1	30.6	1958	–1.3	1963	22.5	119.3	1956	43.0	1956	79	38
Year	32.3	19.7	26.0	50.8	25 June 1954	–2.6	24 Jan. 1964	122.0	141.7	Nov. 1954	90.0	7th March 1954	64	25

(x) Length of record years.

TABLE 3. CLIMATOLOGICAL SUMMARY

STATION : AL - OMARIYAH

MEANS AND EXTREMES FOR PERIOD : 1955 - 1976

Month	Temperature (°C)							Precipitation (mm)					Relative humidity %	
	Means			Extremes									Means	
	Daily maximum	Daily minimum	Monthly	Record highest	Year	Record lowest	Year	Mean	Maximum monthly	Year	Greatest daily	Year	Maximum	Minimum
(x)	10	10	10	10		10		22	22		22		7	7
January	18.7	7.6	13.1	30.4	1966	−6.0	1964	23.5	91.9	1972	27.3	1974	88	40
February	21.0	9.4	15.2	36.0	1969	−0.5	1968	12.6	82.3	1976	22.7	1976	85	35
March	26.4	13.1	19.7	41.0	1969	5.0	1963, 1967	10.9	38.4	1961	18.0	1969	77	29
April	31.2	17.4	24.3	44.0	1970	7.5	1967	17.8	60.4	1976	45.4	1976	71	26
May	38.4	23.2	30.8	46.1	1962	14.0	1964	3.7	18.7	1976	10.7	1975	59	22
June	43.6	26.6	35.1	49.6	1966	21.5	1963, 1967						40	15
July	44.7	28.2	36.5	50.0	1968	24.0	1966, 1970	0.1	2.5	1956	2.5	1956	41	17
August	44.6	27.4	36.0	49.0	1963	20.5	1967						47	17
September	41.2	23.7	32.5	47.0	1968	17.8	1962						53	20
October	35.2	19.4	27.3	42.0	1969	11.4	1964	1.1	9.0	1965	7.0	1969	72	23
November	27.0	13.9	20.5	37.5	1968	1.9	1964	15.3	95.2	1967	33.9	1957	83	35
December	20.7	8.5	14.6	34.4	1965	−3.0	1963	23.3	128.3	1956	48.9	1956	85	37
Year	32.7	18.2	25.5	50.0	30 July 1968	−6.0	21 Jan. 1964	108.3	128.3	Dec. 1956	48.9	20 Dec. 1956	67	26

(x) Length of record years.

TABLE 4. CLIMATOLOGICAL SUMMARY

STATION : AHMADI

MEANS AND EXTREMES FOR PERIOD : 1947 - 1976

Month	Temperature (°C)							Precipitation (mm)					Relative humidity %	
	Means			Extremes									Means	
	Daily maximum	Daily minimum	Monthly	Record highest	Year	Record lowest	Year	Mean	Maximum monthly	Year	Greatest daily	Year	Maximum	Minimum
(x)	10	10	10	10		10		30	30		21		10	10
January	17.6	8.3	12.9	26.5	1967	-4.0	1964	21.6	77.7	1965	35.1	1969	86	38
February	20.4	10.3	15.3	32.5	1969	1.5	1967	15.0	73.5	1976	24.0	1974	81	34
March	25.8	14.0	19.9	41.0	1969	5.6	1963	18.7	136.2	1972	65.6	1972	68	25
April	30.2	18.3	24.3	43.3	1970	9.5	1967	21.5	114.9	1969	67.9	1969	68	27
May	37.9	24.3	31.1	46.5	1966	15.5	1965	5.0	41.8	1950	12.1	1967	51	22
June	43.3	27.6	35.5	49.5	1966	18.5	1967						37	17
July	44.5	29.2	36.9	49.5	1967	20.3	1963						39	19
August	44.2	28.6	36.4	49.0	1966	25.0	1970						42	16
September	41.0	25.0	33.0	47.0	1968	17.5	1961	0.02	0.7	1956	0.7	1956	46	17
October	34.9	21.4	28.1	42.0	1968	14.0	1968	0.6	12.9	1969	12.9	1969	67	22
November	26.3	15.3	20.8	35.0	1962, 64,67	2.0	1964	15.1	110.9	1967	39.9	1967	77	32
December	20.1	9.8	14.9	27.8	1961	0.0	1964	24.1	180.0	1956	41.3	1956	81	35
Year	32.2	19.3	25.7	49.5	13 June 1966 15 July 1967	-4.0	20 Jan. 1964	121.6	180.0	Dec. 1956	67.9	5th April 1969	62	25

(x) Length of record years.

TABLE 5. CLIMATOLOGICAL SUMMARY

STATION : MENA AL - AHMADI

MEANS AND EXTREMES FOR PERIOD : 1956 - 1976

Month	Temperature (°C)							Precipitation (mm)					Relative humidity %	
	Means			Extremes									Means	
	Daily maximum	Daily minimum	Monthly	Record highest	Year	Record lowest	Year	Mean	Maximum monthly	Year	Greatest daily	Year	Maximum	Minimum
(x)	10	10	10	10		10		21	21		16		10	10
January	18.1	10.2	14.1	26.5	1969	–3.0	1964	20.4	72.8	1972	26.2	1965	84	48
February	19.6	11.9	15.7	29.0	1969	1.5	1967	12.4	62.6	1976	25.4	1966	84	45
March	24.3	15.5	19.9	37.5	1969	6.7	1963	11.0	103.0	1972	44.1	1972	77	35
April	28.1	19.7	23.9	40.6	1963	10.0	1965	15.2	75.9	1972	37.1	1972	79	35
May	35.0	25.3	30.1	45.0	1965	17.2	1963	1.7	11.9	1976	8.5	1967	69	25
June	40.8	29.3	35.1	47.0	1965 1969	20.0	1963						58	17
July	42.0	31.0	36.5	48.5	1968	22.0	1966						61	18
August	41.7	31.0	36.3	47.2	1961	20.0	1962						63	19
September	38.5	27.9	33.2	46.3	1968	20.6	1962						67	24
October	33.0	23.3	28.1	41.1	1962	17.0	1964	1.3	16.0	1969	16.0	1969	73	30
November	25.9	17.3	21.6	36.1	1962	5.5	1964	13.2	111.1	1967	43.3	1967	73	39
December	20.1	11.6	15.9	25.6	1962	2.0	1964 1967	20.2	133.6	1956	20.0	1976	77	43
Year	30.6	21.2	25.9	48.5	28 July 1968	–3.0	20 Jan. 1964	95.4	133.6	Dec. 1956	44.1	15 March 1972	72	31

(x) Length of record years.

TABLE 6. CLIMATOLOGICAL SUMMARY

STATION : RAUDHATAIN

MEANS AND EXTREMES FOR PERIOD : 1974 - 1977

Month	Temperature (°C)							Precipitation (mm)					Relative humidity %	
	Means			Extremes									Means	
	Daily maximum	Daily minimum	Monthly	Record highest	Year	Record lowest	Year	Mean	Maximum monthly	Year	Greatest daily	Year	Maximum	Minimum
(x)	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3		
January	15.7	6.3	11.0	22.1	1975	0.5	1977	58.4	90.7	1974	31.0	1974	–	–
February	19.5	8.3	13.9	29.0	1977	0.3	1975	24.3	36.2	1976	17.9	1976	–	–
March	25.0	11.9	18.5	33.0	1977	1.5	1976	18.9	23.4	1974	19.0	1974	–	–
April	31.5	17.1	24.3	42.0	1974	11.0	1974	7.4	19.3	1976	6.9	1976	–	–
May	39.4	22.5	30.9	47.0	1975	16.9	1975	4.5	13.6	1976	6.5	1976	–	–
June	44.0	26.6	35.3	48.5	1976	20.5	1974	–	–	–	–	–	–	–
July	44.6	29.0	36.8	48.0	1977	24.3	1976	–	–	–	–	–	–	–
August	44.6	27.9	36.3	49.2	1976	23.5	1976	–	–	–	–	–	–	–
September	42.0	24.6	33.3	47.0	1974	19.0	1974	–	–	–	–	–	–	–
October	34.6	18.6	26.6	44.3	1976	3.0	1977	20.0	60.1	1977	23.0	1977	–	–
November	26.8	12.3	19.5	37.0	1974	5.2	1975	4.8	14.4	1977	8.2	1977	–	–
December	18.7	7.8	13.3	29.3	1976	0.0	1974	50.7	71.9	1977	48.4	1976	–	–
Year	32.2	17.7	25.0	49.2	5 Aug. 1976	0.0	28 Dec. 1974	189.0	90.7	Jan. 1974	48.4	Dec. 1976	–	–

(x) Length of record years.

TABLE 7. CLIMATOLOGICAL SUMMARY

STATION : FAILAKA

MEANS AND EXTREMES FOR PERIOD : 1971 - 1976

Month	Temperature (°C)							Precipitation (mm)					Relative humidity %	
	Means			Extremes									Means	
	Daily maximum	Daily minimum	Monthly	Record highest	Year	Record lowest	Year	Mean	Maximum monthly	Year	Greatest daily	Year	Maximum	Minimum
(x)	6	6	6	6		6		6	6		6		2	2
January	16.4	8.9	12.7	21.0	1971	3.4	1973	33.7	77.4	1972	24.0	1974	87	41
February	18.9	11.1	15.0	27.5	1973	4.0	1974	17.6	53.8	1976	16.1	1976	82	38
March	23.0	14.9	18.9	29.0	1975	5.6	1976	34.5	130.9	1972	92.0	1972	77	30
April	27.9	19.4	23.7	36.5	1973	13.4	1974	18.5	37.3	1971	22.5	1971	76	29
May	35.0	24.7	29.9	44.5	1975	17.2	1974	3.9	20.0	1976	7.0	1976	71	21
June	39.2	27.3	33.3	47.4	1976	22.0	1974						63	19
July	40.8	29.1	34.9	46.4	1975	23.0	1974						59	19
August	40.6	30.0	35.3	46.5	1974	24.3	1975						72	20
September	38.4	27.5	32.9	46.0	1973	21.2	1974						77	21
October	33.5	23.5	28.5	39.5	1973 1976	15.0	1975	0.1	0.7	1976	0.6	1976	83	29
November	24.4	16.4	20.4	35.4	1974	8.2	1973	6.5	29.0	1972	23.0	1972	78	38
December	17.1	10.0	13.5	25.0	1971 1976	3.5	1974	30.1	57.6	1974	24.3	1973	85	47
Year	29.6	20.2	24.9	47.4	24 June 1976	3.4	2 & 3 Jan. 1973	144.9	130.9	Mar. 1972	92.0	16 Mar. 1972	76	29

(x) Length of record years.

TABLE 8. CLIMATOLOGICAL SUMMARY

STATION : SULAIBIYAH

MEANS AND EXTREMES FOR PERIOD : 1972 - 1976

Month	Temperature (°C)							Precipitation (mm)					Relative humidity %	
	Means			Extremes									Means	
	Daily maximum	Daily minimum	Monthly	Record highest	Year	Record lowest	Year	Mean	Maximum monthly	Year	Greatest daily	Year	Maximum	Minimum
(x)	2	2	2	2		2		5	5	.	5		2	2
January	16.6	5.3	10.9	26.0	1973	–1.0	1973	41.8	90.9	1972	22.8	1972	86	45
February	20.9	8.5	14.7	31.0	1973	1.8	1972	22.9	78.8	1976	26.0	1976	79	37
March	25.2	12.1	18.7	32.5	1973	5.5	1973	14.9	32.8	1974	16.0	1974	74	34
April	31.7	17.9	24.8	38.5	1973	12.0	1973	22.3	59.4	1972	33.3	1972	71	30
May	36.9	22.2	29.5	45.0	1973	15.5	1973	8.1	22.3	1975	15.5	1975	59	27
June	42.4	26.6	34.5	47.0	1973	22.7	1973						39	24
July	44.2	28.5	36.3	47.8	1972	25.0	1973						31	19
August	45.6	29.1	37.3	48.5	1972 1973	24.5	1973						40	16
September	42.5	24.7	33.6	47.2	1973	18.0	1972						49	19
October	38.0	19.5	28.7	41.5	1972 1973	14.0	1973	0.3	1.5	1976	1.0	1976	57	24
November	25.9	11.9	18.9	35.5	1972 1973	5.0	1973	0.8	3.8	1972	2.6	1972	73	33
December	18.0	5.9	11.9	26.5	1973	–1.0	1972	27.4	56.6	1974	20.0	1973	85	45
Year	32.3	17.7	25.0	48.5	13 Aug. 1972 10,13 Aug. 1973	–1.0	26,27 Dec. 1972 20 Jan. 1973	138.5	90.9	Jan. 1972	33.3	22nd April 1972	62	29

(x) Length of record years.

TABLE 9. CLIMATOLOGICAL SUMMARY

STATION : UMM-AL-AISH

MEANS AND EXTREMES FOR PERIOD : 1956 - 1970

Month	Temperature (°C)							Precipitation (mm)					Relative humidity %	
	Means			Extremes									Means	
	Daily maximum	Daily minimum	Monthly	Record highest	Year	Record lowest	Year	Mean	Maximum monthly	Year	Greatest daily	Year	Maximum	Minimum
(x)	9	9	9	9		9		15	15		10		10	10
January	19.0	6.2	12.6	29.0	1966	-5.0	1964	17.2	53.1	1961	28.5	1970	89	41
February	20.7	8.3	14.5	32.0	1969	-1.0	1968	9.1	27.3	1963	15.0	1961	83	32
March	26.8	12.3	19.5	39.4	1962	4.0	1967	10.6	54.8	1961	46.8	1961	69	20
April	30.8	16.5	23.7	41.0	1969	7.5	1967	17.2	61.7	1956	26.9	1961	69	27
May	38.6	22.3	30.5	47.0	1965	12.8	1963	2.8	11.0	1968	9.0	1968	49	15
June	43.6	26.4	35.0	48.9	1962	18.0	1967						35	12
July	45.4	28.3	36.9	49.4	1962	23.0	1967						35	14
August	44.9	27.7	36.3	50.0	1963	23.3	1962						37	13
September	42.0	23.7	32.9	47.2	1962	17.0	1964						43	13
October	36.1	18.4	27.3	43.3	1963	10.0	1964	0.8	12.3	1965	10.5	1965	58	15
November	26.3	13.1	19.7	36.1	1962	2.8	1961	19.4	112.0	1967	44.0	1961	70	27
December	20.7	7.8	14.3	27.2	1961	-5.0	1963	19.3	101.4	1956	22.0	1970	82	36
Year	32.9	17.6	25.3	50.0	4 Aug. 1963	-5.0	13 Dec. 1963 20,21 Jan. 1964	96.4	112.0	Nov. 1967	46.8	20 March 1961	60	22

(x) Length of record years.

TABLE 10. MONTHLY AND ANNUAL MEANS AND EXTREME VALUES OF GLOBAL RADIATION AT KUWAIT INTERNATIONAL AIRPORT (Ly/day)*

Period : 1975 – 1979

	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	YEAR
Mean	293	410	495	545	623	682	667	661	585	446	344	277	502
Maximum daily	452	582	663	720	767	834	780	762	693	634	458	403	834
Minimum daily	23	61	82	69	256	337	309	393	393	48	57	46	23

* The unit 1 cal/cm^2 is often called a Langley and is written "1 Ly".

TABLE 11. *AVERAGE OF MAXIMUM TEMPERATURE (°C)

STATION : KUWAIT INTERNATIONAL AIRPORT

DATE	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.
1	18.8	17.9	23.6	30.0	33.7	41.4	44.1	45.9	43.6	39.3	31.7	21.1
2	18.9	17.0	24.5	28.4	33.9	42.3	44.6	45.6	43.4	38.9	31.8	21.5
3	18.5	17.8	23.9	29.1	35.0	43.2	44.0	45.0	43.8	38.0	31.6	20.9
4	18.4	17.9	24.5	28.4	35.4	43.6	44.0	44.9	43.5	37.6	30.0	21.3
5	19.3	18.4	25.1	28.8	34.9	43.6	43.7	44.7	43.6	37.2	29.7	21.7
6	19.2	18.8	25.4	28.9	34.6	42.3	44.1	44.7	43.2	38.4	28.8	22.4
7	19.8	19.4	24.8	28.9	34.3	42.8	44.0	44.3	42.8	37.9	29.2	22.9
8	19.2	20.0	25.7	29.5	34.8	43.1	44.2	44.8	43.2	37.1	28.7	23.1
9	18.6	19.1	24.3	29.1	36.0	43.0	44.3	44.5	43.5	36.4	27.4	22.1
10	18.8	19.5	25.2	28.8	35.7	42.4	44.5	44.3	42.3	36.3	27.0	21.2
11	18.1	19.1	25.6	30.1	36.8	43.2	44.0	44.8	42.2	35.9	26.3	21.2
12	17.3	20.5	26.9	30.6	36.9	42.8	44.0	44.4	41.2	36.0	26.5	20.3
13	17.6	21.2	25.9	30.8	37.1	43.7	44.6	44.7	41.2	36.1	27.0	19.8
14	18.9	20.8	27.0	30.5	38.5	44.1	44.1	45.0	41.7	35.5	27.3	19.3
15	19.6	20.3	24.7	31.1	39.0	43.7	44.8	45.3	41.4	36.2	27.5	19.3
16	19.3	21.5	25.3	32.0	38.9	43.1	44.8	44.9	41.3	36.0	26.7	18.8
17	18.9	21.4	27.1	32.1	38.6	43.6	45.3	45.0	41.5	35.5	26.7	19.6
18	19.3	21.7	26.6	31.8	39.3	43.4	45.2	44.9	41.4	35.7	26.4	20.3
19	17.6	21.5	27.9	32.2	39.0	42.7	45.5	45.4	41.3	35.7	25.3	19.5
20	17.9	22.0	26.1	31.5	39.8	43.1	45.2	45.0	40.7	35.9	24.9	18.6
21	17.7	20.6	26.4	32.3	40.7	43.3	45.4	45.3	40.2	35.7	24.6	19.8
22	17.8	21.6	27.2	32.4	40.8	43.2	45.6	45.1	39.0	34.5	24.4	20.3
23	17.7	21.7	26.9	32.0	41.8	43.4	44.8	45.0	40.2	34.3	23.7	19.6
24	17.6	22.0	26.5	33.2	42.0	43.8	44.3	43.9	40.5	34.7	23.8	19.2
25	18.0	22.3	26.6	32.5	40.9	44.4	45.4	44.0	40.1	33.8	23.7	18.3
26	19.3	23.3	26.9	32.8	41.0	44.6	45.4	44.0	39.7	33.4	23.3	17.9
27	18.6	23.0	26.7	34.1	41.0	44.5	45.1	44.1	40.0	32.5	24.6	18.1
28	18.4	24.1	26.7	35.1	40.8	44.9	45.1	44.6	38.7	32.2	22.3	18.7
29	18.9	24.5	27.1	33.9	40.8	44.8	45.4	44.4	38.7	32.2	22.1	18.0
30	18.7		28.1	33.7	41.0	43.9	46.3	44.3	39.1	31.0	21.8	18.1
31	18.3		28.6		40.9		45.9	44.2		30.8		18.6
AVG.	18.5	20.7	26.1	31.2	38.2	43.4	44.8	44.7	41.4	35.5	26.5	20.0

* Based on 15 years record (1958 - 1972).

TABLE 12. *AVERAGE OF MINIMUM TEMPERATURE (°C)

STATION : KUWAIT INTERNATIONAL AIRPORT

DATE	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.
1	6.4	7.4	11.7	16.6	21.1	25.9	28.4	29.7	26.5	22.2	17.0	9.7
2	7.2	8.1	12.0	16.4	19.7	26.0	28.8	28.4	27.1	22.0	16.6	9.2
3	8.2	7.3	11.6	15.5	19.5	26.4	28.9	28.4	26.2	21.4	17.7	9.2
4	7.6	7.4	11.1	16.6	21.0	26.5	28.3	28.4	26.2	21.4	17.2	8.7
5	8.1	8.2	12.7	16.4	22.0	26.5	28.7	28.6	25.9	20.8	17.4	9.0
6	8.6	8.0	12.9	15.9	22.5	27.3	28.4	28.6	25.9	20.9	18.1	10.4
7	8.9	7.7	13.6	16.3	21.5	27.1	28.3	28.9	25.7	21.2	17.6	11.3
8	8.0	9.5	13.3	17.1	22.4	27.5	28.7	28.7	25.3	20.9	16.5	11.0
9	7.6	8.4	12.6	17.9	22.2	27.2	28.4	29.0	26.2	20.8	15.8	11.0
10	7.8	7.7	12.1	17.6	23.0	26.8	27.9	27.8	25.2	20.2	14.5	10.0
11	7.9	9.2	13.6	18.1	22.2	27.1	28.2	28.4	25.0	20.1	13.8	10.6
12	8.0	9.4	13.7	17.3	22.8	27.3	28.2	28.9	24.7	19.4	13.5	9.3
13	7.3	10.4	13.4	17.8	23.1	27.5	28.5	28.6	24.2	20.1	13.1	8.3
14	7.3	9.2	13.3	17.4	22.9	27.5	28.0	29.6	24.3	19.7	13.0	8.6
15	7.8	9.5	13.0	18.0	23.3	27.2	28.3	28.9	24.7	18.7	13.9	8.0
16	8.4	8.5	13.3	18.5	24.4	26.4	28.8	27.9	24.3	19.3	13.8	7.3
17	8.6	10.0	12.9	19.5	24.7	26.8	29.4	27.7	23.7	19.0	14.2	8.1
18	8.8	10.3	13.1	19.9	25.4	27.1	28.4	27.6	23.5	19.3	14.1	7.7
19	7.7	9.6	15.1	19.4	24.5	27.0	28.3	27.7	23.5	18.6	13.9	7.7
20	7.9	10.2	14.8	18.7	23.7	26.3	28.9	28.1	23.3	18.7	13.6	7.9
21	7.8	10.4	14.7	19.1	25.0	27.5	29.3	27.8	23.7	19.2	12.8	6.8
22	9.1	9.8	15.1	19.6	25.2	27.3	28.8	27.5	22.9	19.8	12.4	7.8
23	7.5	9.4	14.1	19.0	25.2	27.6	29.3	27.7	23.0	18.7	12.1	7.6
24	7.3	9.3	12.3	18.7	26.2	27.3	28.6	28.5	22.6	18.3	11.8	8.2
25	7.2	9.6	13.0	19.5	26.4	27.4	28.8	27.5	22.3	18.9	10.6	7.2
26	8.5	9.7	13.6	19.3	25.3	27.9	29.9	26.8	22.2	18.3	10.0	7.1
27	8.5	10.6	14.2	18.8	25.8	27.1	29.5	27.3	22.7	17.0	10.8	6.9
28	8.2	10.7	15.3	21.3	26.5	28.4	30.1	26.6	21.7	16.7	11.1	6.9
29	7.8	13.3	14.5	21.3	26.3	28.3	29.3	27.5	22.3	17.3	10.4	7.5
30	8.3		14.7	20.9	26.2	28.0	30.1	26.8	21.9	17.3	10.4	8.0
31	7.0		15.8		25.2		29.9	27.4		18.0		7.5
AVG.	7.9	9.3	13.5	18.3	23.7	27.1	28.8	28.1	24.2	19.5	13.9	8.5

* Based on 15 years record (1958 - 1972).

TABLE 13. *AVERAGE OF TEMPERATURE (°C)

STATION : KUWAIT INTERNATIONAL AIRPORT

DATE	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.
1	11.9	13.0	17.5	22.2	27.2	34.4	36.6	37.9	35.2	31.0	23.9	15.7
2	11.8	12.8	17.6	21.6	27.3	34.8	36.6	37.9	35.1	30.5	23.8	15.5
3	12.3	12.6	17.5	22.1	27.9	34.7	36.5	37.3	34.9	29.9	23.8	15.5
4	12.2	12.9	17.7	22.1	28.8	35.0	36.6	37.5	35.1	29.5	23.1	16.1
5	12.9	13.8	18.0	22.2	28.6	35.7	36.8	37.5	35.3	29.5	22.8	16.3
6	12.8	13.4	18.3	22.4	28.0	35.7	36.3	37.9	35.2	29.4	22.2	16.5
7	12.4	13.9	18.6	22.9	27.8	35.9	36.6	37.2	35.3	29.4	22.0	16.0
8	11.8	14.2	18.6	23.2	28.6	35.9	36.8	37.4	35.7	29.3	21.9	15.7
9	12.1	14.6	18.3	23.0	29.7	35.5	37.0	37.2	35.3	28.6	21.5	16.1
10	12.1	14.5	18.9	23.1	29.2	35.0	37.1	36.8	34.7	28.6	21.0	15.5
11	12.1	14.0	19.2	23.1	29.4	35.4	37.1	36.8	34.5	28.0	20.3	15.0
12	12.1	14.2	19.5	23.8	29.4	35.6	37.3	36.5	34.1	27.9	20.0	14.4
13	12.2	14.5	19.3	24.3	30.3	35.8	37.5	36.9	33.6	28.4	19.9	14.1
14	12.4	14.8	19.6	24.8	31.1	35.9	37.3	37.0	33.5	27.6	19.9	14.0
15	12.9	14.7	19.2	24.6	31.3	35.9	37.4	36.7	33.6	27.4	20.6	13.5
16	12.6	15.2	19.5	25.1	31.2	35.7	37.6	36.7	33.4	27.2	20.3	13.5
17	13.1	16.2	20.3	25.2	31.1	36.0	37.5	36.6	33.4	72.6	20.2	14.3
18	12.8	16.2	20.5	25.3	31.5	36.0	37.5	36.6	33.4	27.6	20.2	14.3
19	12.0	15.8	21.2	25.2	32.8	35.8	36.8	36.7	33.0	26.8	19.5	13.4
20	11.8	16.3	20.5	24.8	32.6	35.6	37.0	36.4	32.7	26.9	18.7	12.9
21	12.7	16.0	20.6	25.5	33.0	36.1	37.3	36.1	32.5	27.0	18.1	13.4
22	12.7	16.1	20.8	25.4	33.2	36.3	37.7	36.4	31.6	26.4	18.8	13.8
23	12.4	16.2	20.1	25.3	33.6	36.2	37.9	36.6	32.2	25.9	19.2	13.0
24	11.8	16.2	19.5	25.2	33.9	36.5	37.8	36.3	32.3	25.4	19.1	12.5
25	12.2	16.4	19.9	25.1	33.6	36.6	38.1	36.3	31.9	25.0	17.9	12.1
26	12.9	16.7	20.3	25.5	33.5	36.5	38.1	36.3	31.6	24.9	18.0	12.3
27	13.0	16.7	20.9	26.1	33.4	36.4	37.7	36.3	31.5	23.9	18.4	12.3
28	12.9	17.4	21.3	27.1	33.7	37.1	37.9	36.4	31.0	23.8	16.8	12.4
29	12.6	15.8	20.9	27.2	34.0	37.2	38.1	36.4	31.0	24.1	15.8	12.3
30	12.7		21.1	27.2	34.1	36.5	38.4	35.7	31.2	24.1	15.4	12.4
31	12.4		22.0		34.3		38.1	35.4		24.4		11.9
AVG.	12.4	15.0	19.6	24.4	31.1	35.9	37.3	36.8	33.4	27.3	20.1	14.1

* Mean of 24 hours, based on 16 years record (1962 - 1977).

TABLE 14. *AVERAGE OF WET-BULB TEMPERATURE (°C)

STATION : KUWAIT INTERNATIONAL AIRPORT

DATE	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.
1	8.8	9.6	12.6	15.7	17.5	19.5	20.2	20.9	20.3	19.3	15.7	11.3
2	8.7	9.7	12.1	15.3	17.4	19.7	19.8	21.1	20.3	18.8	16.2	10.6
3	9.3	8.8	11.8	15.2	17.5	20.0	20.0	21.2	20.6	19.0	16.9	10.7
4	9.3	9.7	11.5	15.7	17.9	20.1	20.3	21.1	20.6	19.0	17.2	11.5
5	10.0	10.8	12.2	15.4	18.1	19.8	20.0	21.4	20.1	19.9	16.8	11.9
6	10.2	9.9	12.9	15.1	18.1	19.6	19.7	21.6	20.4	19.8	15.7	12.4
7	9.3	10.3	13.0	15.8	18.2	19.9	19.7	21.7	20.0	18.7	15.5	11.5
8	8.5	10.8	12.1	16.5	18.4	20.2	19.8	21.7	19.9	18.2	15.7	11.8
9	9.0	11.1	12.3	16.1	18.9	19.9	19.9	21.5	19.9	18.8	15.8	12.1
10	8.8	11.2	12.8	16.0	19.2	19.7	20.1	21.5	20.2	19.5	14.6	11.4
11	9.0	10.8	13.0	16.1	19.0	19.7	20.2	21.3	20.3	19.6	14.1	11.0
12	9.2	10.5	13.4	16.4	18.5	19.7	20.5	22.4	20.0	19.7	13.9	10.9
13	9.0	10.8	13.4	16.1	18.9	19.4	20.5	22.0	19.7	19.3	14.0	10.6
14	9.5	10.6	13.2	16.2	18.9	19.5	21.0	21.9	20.4	19.1	14.4	10.8
15	9.9	10.7	13.1	16.8	19.3	19.8	21.0	21.6	20.7	18.4	15.4	9.7
16	9.7	10.9	13.2	17.1	19.6	19.7	20.7	21.5	20.2	17.6	14.9	9.9
17	10.2	11.4	13.3	17.1	19.1	19.5	20.5	21.0	19.6	18.0	14.9	11.0
18	9.6	11.1	13.5	16.9	18.6	19.8	20.3	20.7	20.0	18.2	14.5	11.3
19	9.3	10.8	14.8	17.0	18.6	19.9	20.9	20.9	19.8	18.4	14.3	10.2
20	8.8	11.3	13.9	16.9	19.0	19.9	21.5	20.9	20.4	18.4	13.2	9.8
21	9.9	11.3	13.7	16.9	19.7	20.0	21.3	21.0	20.7	18.4	13.0	10.4
22	10.1	11.6	13.5	16.6	19.9	19.8	21.3	21.5	21.0	17.8	14.0	10.7
23	9.6	11.7	12.9	16.8	19.9	19.5	21.7	21.2	19.9	17.1	14.5	9.7
24	9.1	11.6	12.5	16.6	19.8	19.5	21.6	21.5	19.1	17.2	14.4	9.3
25	9.1	11.2	13.6	15.9	19.7	19.7	21.7	21.3	19.0	17.7	13.1	9.0
26	9.7	11.2	14.0	16.3	19.9	19.8	21.7	21.4	18.9	17.8	13.6	9.2
27	10.0	11.5	14.2	17.0	20.1	19.8	21.4	21.4	19.3	17.9	13.4	9.2
28	10.2	12.3	14.3	17.3	20.2	20.2	21.3	21.1	19.9	17.9	11.8	9.1
29	9.6	12.1	14.1	18.0	19.8	20.0	21.4	21.4	20.9	17.9	10.9	9.3
30	9.1		14.3	17.9	19.3	20.0	21.5	21.3	20.3	17.2	10.8	9.4
31	9.0		14.4		19.3		21.1	20.8		16.6		8.6
AVG.	9.4	10.9	13.2	16.4	19.0	19.8	20.7	21.3	20.1	18.4	14.4	10.5

* Mean of 24 hours, based on 16 years record (1962 - 1977).

TABLE 15. HIGHEST DAILY RANGE TEMPERATURE (°C)

STATION : KUWAIT INTERNATIONAL AIRPORT PERIOD : 1958 - 1975

Highest daily range	Maximum shade temperature	Minimum shade temperature	Date
23.2	38.9	15.7	27.4.1958
23.2	41.2	18.0	30.3.1969
22.8	42.8	20.0	25.9.1960
22.3	45.6	23.3	15.9.1960
22.0	42.4	20.4	22.4.1974
21.8	44.4	22.6	10.6.1961
21.8	40.3	18.5	24.9.1961
21.6	38.3	16.7	26.9.1959
21.6	47.3	25.7	31.8.1962
21.5	47.2	25.7	15.6.1970
21.1	48.5	27.4	18.7.1963

TABLE 16. LOWEST DAILY RANGE TEMPERATURE (°C)

STATION : KUWAIT INTERNATIONAL AIRPORT PERIOD : 1958 - 1975

Lowest daily range	Maximum shade temperature	Minimum shade temperature	Date
2.4	14.0	11.6	12.1.1966
2.5	12.4	9.9	17.1.1965
2.5	16.1	13.6	17.1.1975
2.7	11.9	9.2	18.1.1965
2.7	14.0	11.3	17.1.1972

TABLE 17. MONTHLY AND ANNUAL MEANS AND ABSOLUTE VALUES OF TEMPERATURE RANGE (°C)

STATION : KUWAIT INTERNATIONAL AIRPORT PERIOD : 1958 - 1979

	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	YEAR
Mean daily	10.3	11.3	12.4	12.9	14.4	15.9	15.5	16.1	16.8	15.6	12.6	11.1	13.7
Absolute	33.8	36.9	37.9	34.5	34.0	29.4	26.4	28.4	30.7	31.9	37.2	32.0	53.8

TABLE 18. TEMPERATURE (°C) – HOURLY MEANS

STATION : KUWAIT INTERNATIONAL AIRPORT PERIOD : 1962 - 1973

HOUR (GMT)	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	MEAN
0000	9.6	11.8	15.8	20.1	25.8	29.4	31.4	30.8	27.3	22.3	16.0	10.5	20.9
0100	9.3	11.4	15.3	19.7	25.3	28.7	30.7	30.3	26.8	21.9	15.7	10.2	20.4
0200	8.9	11.1	15.0	19.4	24.8	28.2	30.1	29.7	26.1	21.5	15.3	9.9	20.0
0300	8.7	10.8	14.6	19.3	25.2	28.7	30.2	29.5	25.7	21.1	15.1	9.6	19.9
0400	8.4	10.7	15.0	20.5	27.1	30.9	32.3	31.3	27.1	21.9	15.2	9.4	20.8
0500	9.4	12.1	17.2	22.9	29.7	33.9	35.2	34.4	30.4	24.8	17.2	10.7	23.1
0600	11.3	14.1	19.6	25.3	32.2	36.5	37.8	37.2	33.6	27.7	19.7	12.9	25.7
0700	13.3	16.2	21.7	27.0	34.0	38.8	40.1	39.7	36.4	30.5	22.0	15.1	27.9
0800	15.1	17.7	23.3	28.3	35.3	40.4	41.8	41.6	38.5	32.6	23.8	16.9	29.6
0900	16.3	18.9	24.2	29.1	36.2	41.5	42.9	42.7	39.8	33.9	25.1	18.1	30.7
1000	17.1	19.5	24.9	29.5	36.8	42.2	43.6	43.5	40.6	34.7	25.7	18.9	31.4
1110	17.5	19.9	25.2	29.6	36.9	42.5	43.9	43.7	41.0	34.7	25.9	19.3	31.7
1200	17.6	20.0	25.1	29.3	36.7	42.6	43.9	43.7	40.9	34.5	25.8	19.2	31.6
1300	17.2	19.6	24.6	28.7	36.2	42.1	43.6	43.2	40.2	33.6	25.1	18.7	31.1
1400	16.2	18.8	23.8	27.9	35.4	41.2	42.9	42.2	39.0	32.1	23.8	17.5	30.1
1500	14.9	17.5	22.4	26.6	34.2	39.9	41.6	40.7	37.0	30.1	22.3	16.2	28.6
1600	14.0	16.5	21.1	25.2	32.5	38.1	39.8	38.8	35.2	28.9	21.3	15.3	27.3
1700	13.3	15.7	20.2	24.4	31.3	36.5	38.2	37.3	33.8	27.7	20.3	14.4	26.1
1800	12.7	15.1	19.5	23.7	30.5	35.5	37.1	36.3	32.6	26.6	19.5	13.7	25.2
1900	12.0	14.5	18.7	23.1	29.5	34.2	35.9	35.0	31.3	25.5	18.7	13.0	24.3
2000	11.4	13.8	18.0	22.3	28.7	33.0	34.8	34.1	30.2	24.7	17.9	12.3	23.4
2100	10.9	13.3	17.4	21.6	27.7	31.9	33.8	33.1	29.3	23.9	17.3	11.7	22.8
2200	10.4	12.8	16.8	21.2	27.0	31.0	32.9	32.3	28.5	23.2	16.7	11.2	22.0
2300	10.0	12.3	16.3	20.7	26.5	30.2	32.2	31.5	27.7	22.6	16.2	10.8	21.4
Mean	12.7	15.2	19.8	24.4	31.1	35.7	37.4	36.8	33.3	27.5	20.1	14.0	25.7

TABLE 19. WET-BULB TEMPERATURE (°C) – HOURLY MEANS

STATION : KUWAIT INTERNATIONAL AIRPORT PERIOD : 1962 - 1973

HOUR (GMT)	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	MEAN
0001	8.0	9.4	11.7	14.9	17.6	18.0	19.2	19.7	18.5	16.7	12.7	8.3	14.6
0100	7.7	9.2	11.3	14.8	17.3	17.8	18.8	19.3	17.7	16.3	12.5	8.1	14.2
0200	7.5	8.9	11.1	14.6	17.1	17.4	18.4	19.0	17.3	15.9	12.1	7.8	13.9
0300	7.1	8.7	10.9	14.5	17.3	17.6	18.5	18.8	17.0	15.6	11.9	7.7	13.8
0400	7.0	8.6	11.1	15.1	18.0	18.5	19.2	19.5	17.6	15.9	11.9	7.5	14.2
0500	7.6	9.4	12.2	15.9	18.8	19.5	20.3	20.5	19.0	17.1	13.0	8.3	15.1
0600	8.6	10.4	13.2	16.7	19.3	20.3	21.2	21.6	20.0	18.2	14.2	9.7	16.1
0700	9.8	11.2	13.9	17.2	19.6	20.7	21.7	22.1	20.9	19.1	15.2	10.7	16.8
0800	10.6	11.7	14.4	17.5	19.8	21.1	22.1	22.6	21.3	19.5	15.8	11.5	17.3
0900	11.0	12.1	14.6	17.7	20.1	21.4	22.3	22.9	21.6	19.9	16.2	12.0	17.7
1000	11.3	12.3	14.9	17.8	20.3	21.5	22.5	23.2	21.9	20.3	16.5	12.2	17.9
1100	11.4	12.5	14.9	17.7	20.3	21.6	22.6	23.3	22.0	20.6	16.7	12.4	18.0
1200	11.5	12.5	14.9	17.7	20.3	21.7	22.7	23.3	22.1	20.7	16.7	12.4	18.0
1300	11.3	12.4	14.8	17.6	20.2	21.6	22.7	23.4	22.1	20.7	16.7	12.3	18.0
1400	11.2	12.2	14.6	17.5	20.1	21.5	22.7	23.5	22.2	20.8	16.6	12.1	17.9
1500	10.9	12.1	14.4	17.2	19.9	21.5	22.7	23.5	22.3	21.0	16.5	11.8	17.8
1600	10.6	11.9	14.2	17.0	19.7	21.2	22.5	23.4	22.2	20.8	16.2	11.5	17.6
1700	10.3	11.7	13.9	16.8	19.4	20.8	22.3	23.1	21.7	20.3	15.7	11.1	17.3
1800	10.0	11.4	13.7	16.6	19.2	20.5	21.9	22.7	21.3	19.9	15.3	10.6	16.9
1900	9.6	11.1	13.3	16.4	19.0	20.1	21.5	22.2	20.7	19.3	14.6	10.1	16.5
2000	9.3	10.7	13.0	16.1	18.7	19.7	21.0	21.7	20.2	18.7	14.1	9.6	16.1
2100	8.9	10.4	12.6	15.9	18.4	19.3	20.5	21.1	19.6	18.1	13.7	9.2	15.6
2200	8.6	10.1	12.3	15.6	18.1	18.8	20.0	20.6	19.0	17.5	13.3	8.8	15.2
2300	8.3	9.8	12.0	15.4	17.8	18.3	19.5	20.1	18.5	17.1	12.9	8.5	14.9
Mean	9.5	10.9	13.2	16.4	19.0	20.0	21.1	21.7	20.3	18.8	14.6	10.2	16.3

TABLE 20. ACCUMULATED TEMPERATURE ABOVE 10 (°C)

STATION : KUWAIT INTERNATIONAL AIRPORT PERIOD : 1962 - 1977

YEAR	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	TOTAL
1962	—	171	341	444	682	786	868	828	681	567	315	204	5887
1963	167	230	260	465	555	771	871	849	693	567	258	91	5777
1964	10	136	335	423	667	813	840	828	681	453	291	72	5549
1965	83	154	319	396	682	807	862	846	720	555	312	139	5875
1966	171	176	288	453	694	810	846	880	726	555	345	177	6121
1967	108	95	248	387	620	702	834	825	702	558	300	120	5499
1968	80	103	301	420	645	756	849	806	708	567	366	208	5809
1969	142	137	400	402	654	786	834	803	702	577	258	189	5884
1970	107	179	322	498	685	783	843	812	660	511	351	108	5859
1971	105	134	307	405	710	738	862	815	687	508	306	115	5692
1972	40	73	248	423	567	771	837	825	702	549	279	47	5361
1973	54	196	288	459	676	744	828	843	723	558	246	98	5713
1974	49	97	276	432	639	780	831	815	696	508	333	105	5561
1975	54	120	266	438	667	789	868	828	729	493	303	100	5655
1976	82	108	204	411	620	780	825	818	702	564	321	195	5630
1977	41	184	354	434	687	796	852	850	738	481	258	177	5852
Mean	86	143	297	431	653	776	847	829	703	536	303	134	5738

The monthly accumulated temperature is the sum of the daily mean temperature above 10°C.

TABLE 21. MEANS AND EXTREME VALUES OF SOIL TEMPERATURE (°C)

STATION : KUWAIT INTERNATIONAL AIRPORT YEAR : 1975

Month	5 cm									10 cm								
	Means					Extremes				Means					Extremes			
	00	06	12	18	Monthly	Maximum	Date	Minimum	Date	00	06	12	18	Monthly	Maximum	Date	Minimum	Date
January	9.0	8.7	16.5	11.7	11.5	19.8	11	5.0	25	11.4	10.5	15.0	13.7	12.7	17.0	3 & 6	7.5	25
February	10.9	11.1	19.3	13.6	13.7	22.2	27	6.0	13	13.1	12.0	17.6	15.3	14.5	21.7	28	7.8	13
March	15.4	15.6	23.4	18.3	18.2	29.0	25	11.4	6	17.6	1.65	21.0	19.5	18.6	24.6	28	12.8	5
April	21.1	22.2	31.7	25.2	25.0	36.5	14	16.7	1	23.7	22.5	27.4	26.4	25.0	31.3	30	18.0	1
May	28.1	29.4	40.0	33.0	32.6	46.6	31	23.3	14	30.4	29.0	34.6	33.7	31.9	39.5	31	25.0	13
June	32.7	33.7	44.8	38.6	37.5	47.6	25	28.4	25	34.8	33.5	38.8	38.3	36.4	42.5	8	30.8	25
July	34.7	35.6	47.0	40.9	39.5	49.4	17	32.0	3 & 8	37.0	35.8	40.8	40.7	38.6	43.0	30	33.0	20
August	34.3	34.1	45.1	39.6	38.2	49.0	1	32.0	27	36.8	34.9	40.3	39.7	37.9	44.3	15	33.4	18
September	31.6	31.4	42.6	36.5	35.5	45.3	2	28.0	29	34.3	32.4	37.9	36.9	35.4	44.0	9	29.2	30
October	23.0	22.7	32.3	27.0	26.3	39.5	1	19.4	30	26.1	24.5	29.7	28.5	27.2	36.0	1	21.0	25
November	18.3	17.4	24.5	20.9	20.3	29.0	1	10.2	30	21.0	19.7	22.9	22.4	21.5	26.4	1	14.3	30
December	11.0	10.2	16.0	12.6	12.4	21.0	22	3.0	26	13.5	12.5	15.6	14.5	14.0	18.8	22	6.0	26
Year	22.5	22.7	31.9	26.5	25.9	49.4	JULY	3.0	DEC.	25.0	23.7	28.5	27.4	26.1	44.3	AUG.	6.0	DEC.

TABLE 21. (CONT'D) MEANS AND EXTREME VALUES OF SOIL TEMPERATURE (°C)

STATION : KUWAIT INTERNATIONAL AIRPORT YEAR : 1975

Month	20 cm									60 cm								
	Means					Extremes				Means					Extremes			
	00	06	12	18	Monthly	Maximum	Date	Minimum	Date	00	06	12	18	Monthly	Maximum	Date	Minimum	Date
January	12.2	11.4	13.8	13.9	12.8	16.5	3	8.5	25	15.4	15.3	15.2	15.5	15.3	16.8	6	13.4	29
February	13.9	12.8	16.1	15.3	14.5	19.5	28	9.2	13	16.2	16.2	16.0	16.3	16.2	18.5	27,28	14.0	1
March	18.8	17.4	20.3	20.1	19.2	24.0	28	14.0	5	19.9	19.8	19.6	19.7	19.7	22.6	30	17.5	5
April	24.5	23.4	26.8	26.8	25.4	31.0	30	19.5	1	24.5	24.5	24.4	24.5	24.5	26.4	30	22.2	1
May	31.6	30.1	33.7	34.1	32.4	38.7	30	26.0	13	29.9	30.0	29.8	29.8	29.9	33.5	28	26.7	1
June	35.7	34.5	37.7	38.2	36.6	41.6	8	31.7	25	34.2	34.3	34.2	34.1	34.2	35.6	28	32.8	15
July	38.0	36.9	39.7	40.5	38.8	42.0	30	34.2	20	36.6	36.6	36.4	36.4	36.5	37.9	27	35.4	2
August	38.1	36.3	38.9	40.0	38.3	43.5	4	35.2	18,27,31	37.1	37.1	37.0	36.9	37.0	38.1	3,10	36.4	20,22,30
September	35.6	34.0	36.7	37.3	35.9	39.1	2	30.4	30	35.7	35.7	35.6	35.5	35.6	36.6	2,3	34.1	30
October	27.8	26.2	29.3	29.4	28.2	35.0	1	23.2	30	30.8	30.7	30.5	30.5	30.6	34.5	5	27.4	26
November	22.3	21.2	22.9	23.3	22.4	26.5	1	16.6	30	25.6	25.6	25.5	25.4	25.5	28.0	1	22.4	30
December	14.7	13.8	15.7	15.3	14.8	18.0	9	7.5	26	19.3	19.3	19.1	19.2	19.2	22.2	1	16.2	27
Year	26.1	24.8	27.6	27.9	26.6	43.5	AUG.	7.5	DEC.	27.1	27.1	26.9	27.0	27.0	38.1	AUG.	13.4	JAN.

TABLE 21. (CONT'D) MEANS AND EXTREME VALUES OF SOIL TEMPERATURE (°C)

STATION : KUWAIT INTERNATIONAL AIRPORT YEAR : 1975

Month	120 cm						300 cm			
	Monthly mean	Maximum	Date	Monthly mean	Maximum	Date	Minimum	Minimum	Date	Date
January	19.2	20.0	7,8,9	18.0	30&31	26.1	27.5	1	24.8	31
February	18.6	19.6	28	17.3	1	24.1	24.8	1,2,3*	23.4	14
March	20.7	22.5	31	19.6	14	23.5	23.7	27	23.3	2&22
April	23.8	25.3	30	22.4	1	24.2	24.8	30	23.7	1,2,6
May	27.8	30.2	31	24.4	9	25.7	26.7	31	24.8	1&2
June	31.6	32.7	29	30.4	1	27.9	28.7	28,29, 30	26.8	1
July	33.9	35.0	31	32.7	2	30.1	31.3	31	28.9	1
August	35.2	35.4	10,11, 22*	35.0	1,4,7*	31.9	32.5	27	31.4	1,2,3
September	34.8	35.2	1	34.1	19	32.7	33.1	22	32.4	1,2,3
October	32.2	34.3	1	30.2	29&31	32.9	33.1	1,2,3*	32.2	30&31
November	28.3	30.0	2	26.6	30	31.3	32.2	2&5	30.3	30
December	23.8	26.4	1	21.6	30	29.1	30.4	1	27.8	24&31
Year	27.5	35.4	AUG.	17.3	FEB.	28.3	33.1	SEP. OCT.	23.3	MAR.

* And at other days.

TABLE 22. MEAN NUMBER OF DAYS OF TEMPERATURE AND RAINFALL AMOUNT WITHIN SPECIFIED RANGES.

STATION : KUWAIT INTERNATIONAL AIRPORT

Month	Mean number of days													
	Temperature (°C)				Rainfall (mm)									
	Maximum		Minimum		Trace or more	0.1 or more	1.0 or more	5.0 or more	10.0 or more	15.0 or more	20.0 or more	25.0 or more	30.0 or more	50.0 or more
	40 C and above	10 C and below	10 C and below	0 C and below										
(a)	17	17	17	17	13	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Jan.		0.2	23.4	0.6	8.1	6.3	4.3	1.6	0.6	0.5	0.2	0.1		
Feb.		0.1	16.5	0.1	6.2	3.8	2.4	0.5	0.3	0.1	0.1			
Mar.	0.1		4.6		6.9	3.8	2.0	0.8	0.2	0.2	0.1	0.1		
Apr.	0.7		0.1		6.8	3.9	2.2	0.9	0.6	0.4	0.2	0.1	0.1	
May	10.9				3.4	1.4	0.9	0.2	0.1	0.1				
June	27.4				0.2	0.1								
July	30.3													
Aug.	30.6													
Sept.	21.9				0.1									
Oct.	1.9				1.1	0.3	0.2	0.1	0.1					
Nov.			5.1		4.8	3.2	2.0	0.9	0.4	0.4	0.2	0.2	0.1	
Dec.		0.2	21.6	0.5	6.0	3.8	2.4	1.3	0.5	0.2	0.2	0.1		
Year*	123.8	0.5	71.3	1.2	43.6	26.6	16.4	6.3	2.8	1.9	1.0	0.6	0.2	

(a) Length of record, years.

* The computation is based on the annual totals.

TABLE 23. HIGHEST INTENSITIES OF RAIN — Period : 1954 - 1979

INTENSITY mm/min.	AMOUNT (mm)	DURATION (Hrs. & Min.)	STATION	DATE
3.6	7.2	00:02	Failaka	28 - 4 - 1977
2.2	4.4	00:02	Failaka	23 - 5 - 1977
2.2	49.3	00:22	Failaka	25 - 10 - 1979
1.9	38.4	00:20	Kuwait I. Airport	4 - 4 - 1976
1.8	9.1	00:05	Kuwait I. Airport	8 - 1 - 1978
1.6	39.1	00:25	Al-Omariyah	22 - 4 - 1975
1.6	9.5	00:06	Al-Wafra	13 - 3 - 1979
1.5	29.5	00:20	Shuwaikh	25 - 10 - 1979
1.4	4.3	00:03	Shuwaikh	18 - 12 - 1977
1.3	3.8	00:03	Shuwaikh	19 - 12 - 1979
1.3	3.9	00:03	Failaka	26 - 11 - 1978
1.2	5.8	00:05	Mena Al-Ahmadi	30 - 10 - 1977
1.1	38.2	00:35	Kuwait I. Airport	22 - 4 - 1975
1.1	6.8	00:06	Kuwait I. Airport	18 - 12 - 1977
1.1	6.4	00:06	Omariyah	18 - 12 - 1977
1.0	28.0	00:27	Kuwait I. Airport	10 - 2 - 1976
1.0	5.0	00:05	Raudhatain	18 - 12 - 1977
1.0	5.0	00:05	Sulaibiya	6 - 3 - 1978

TABLE 24. RAINFALL – NUMBER OF DAYS WITH 0.1 MM OR MORE.

STATION : KUWAIT INTERNATIONAL AIRPORT

	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JUY	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	YEAR
1958	7	2	6	1	3	1					4	6	30
1959	5	2	3	4	2						4	3	23
1960	3	1	5	5							6	2	22
1961	10	2	4	6							5	7	34
1962	7	3	3	5							1	4	23
1963	1	4	1	4	6						4	2	22
1964	5	4	2	1							2	4	18
1965	10		2	2	1					2	3		20
1966	8	6	3	3								2	22
1967	3	6	2	3	2						12	1	29
1968	2	7	6	4	5					1	4	5	34
1969	10	5	2	9	1					1	1		29
1970	5	5	2	5							2	3	22
1971	4	3	2	4	1						4	5	23
1972	11	5	10	8	1						3	3	41
1973	2	1	3	2								6	14
1974	14	8	8	1	1					1		12	45
1975	7	5	2	7	4						5	13	43
1976	11	8	8	7	4					2	2	4	46
1977	9		7	4	3					6	2	9	40
1979	9	4	7	2	1						6	5	34
1979	6	2	3	1	3					1		9	25
1980	7	9	6	3	1						2	5	33
MEAN	6.8	4.0	4.2	4.0	1.7	0.04				0.6	3.1	4.8	29.2

TABLE 25. MEAN NUMBER OF DAYS OF VISIBILITY AND WIND SPEED WITHIN SPECIFIED RANGES.

STATION : KUWAIT INTERNATIONAL AIRPORT

Month	Mean number of days								
	Visibility				Wind speed				
	Less than 4 Km.	Less than 1 Km.	Less than 600 m.	Less than 100 m.	Fresh or more (19 mph or more)	Strong or more (25 mph or more)	Near gale (32 mph or more)	Gale (39 mph or more)	Strong gale (47 mph or more)
(a)	12	12	12	12	18	18	18	18	18
January	9.5	3.7	3.4	2.3	12.8	5.9	1.6	0.3	
February	9.7	3.5	2.3	0.7	13.4	6.6	1.8	0.3	
March	11.1	4.2	2.5	0.8	17.6	9.3	3.7	0.9	
April	10.5	3.8	2.7	1.6	17.8	9.2	3.0	0.7	0.1
May	12.7	4.7	3.1	0.5	18.1	8.2	2.8	0.8	0.3
June	14.7	5.9	4.0	0.4	20.3	11.9	3.8	0.4	
July	13.4	5.7	3.7	0.3	20.1	11.2	4.3	0.3	
August	9.1	2.6	1.3	0.3	16.9	7.9	2.2	0.3	
September	7.4	1.7	1.2	0.4	11.3	4.8	0.9	0.1	
October	7.2	2.0	1.6	0.8	9.1	3.2	0.7	0.2	
November	6.7	1.6	1.3	0.7	10.1	3.4	0.6		
December	7.6	2.7	2.0	1.2	11.7	4.6	0.9	0.1	
Year*	119.5	42.3	29.0	10.2	179.1	86.2	26.2	4.3	0.3

(a) Length of record, years.

* The computation is based on the annual totals.

TABLE 26. PERCENTAGE OF OCCURRENCES OF CONCURRENT WIND SPEED AND DIRECTION WITHIN SPECIFIED RANGES

STATION : KUWAIT INTERNATIONAL AIRPORT

Month	Calm (Hours)	Variable (Hrs.)	Unrecorded (Hrs.)	Wind speed (m.p.h.)	Number in hours of occurrences of wind blowing from the ranges of direction indicated.																All directions
					N 349 / 011	NNE 012 / 033	NE 034 / 056	ENE 057 / 078	E 079 / 101	ESE 102 / 123	SE 124 / 146	SSE 147 / 168	S 169 / 191	SSW 192 / 213	SW 214 / 236	WSW 237 / 258	W 259 / 281	WNW 282 / 303	NW 304 / 326	NNW 327 / 348	
JANUARY				1 - 12	3.06	1.23	1.63	1.11	2.47	2.63	3.21	2.39	4.65	2.43	1.60	1.17	4.24	6.22	10.68	6.06	54.78
				13 - 31	1.23	0.17	0.22	0.23	0 89	1.95	3.74	3.39	1.28	0.31	0.23	0.21	0.38	1.88	8.14	3.67	27.92
				32 - 54						0.01	0.07	0.05	0.02					0.02	0.11		0.28
				≧ 55																	
	15.04	0.68	1.30	All speeds	4.29	1.40	1.85	1.34	3.36	4.59	7.02	5.83	5.95	2.74	1.83	1.38	4.62	8.12	18.93	9.73	82.98
FEBRUARY				1 - 12	4.02	1.51	2.02	1.30	2.79	2.66	3.21	3.17	4.82	1.79	1.49	1.16	3.77	6.65	9.00	5.01	54.36
				13 - 31	2.52	0.37	0.26	0.18	1.03	2.52	5.37	3.07	1.22	0.21	0.23	0.23	0.64	2.08	7.92	4.89	32.74
				32 - 54						0.01	0.17	0.06					0.02		0.07		0.33
				≧ 55																	
	11.53	0.43	0.61	All speeds	6.54	1.88	2.28	1.48	3.82	5.19	8.75	6.30	6.04	2.00	1.72	1.38	4.43	8.73	16.99	9.90	87.43
MARCH				1 - 12	4.23	1.33	2.12	1.40	2.73	2.56	3.67	3.08	5.21	1.68	1.78	0.90	3.19	4.02	6.92	3.37	48.19
				13 - 31	3.69	0.57	0.59	0.74	1.77	3.79	5.65	3.61	2.02	0.39	0.51	0.28	0.66	1.67	7.98	5.58	39.50
				32 - 54						0.15	0.35	0.13	0.56	0.01		0.02	0.04	0.02	0.05	0.04	00.87
				≧ 55																	
	9.52	0.62	1.30	All speeds	7.92	1.90	2.71	2.14	4.50	6.50	9.67	6.82	7.29	2.08	2.29	1.20	3.89	5.71	14.95	8.99	88.56
APRIL				1 - 12	4.83	1.45	2.01	1.70	3.59	3.11	4.10	3.74	7.19	1.60	2.36	0.92	3.21	2.70	5.73	3.14	51.38
				13 - 31	4.03	0.80	0.71	0.78	2.92	5.37	5.09	2.64	2.19	0.30	0.61	0.29	0.74	1.34	6.21	3.61	37.43
				32 - 54						0.01	0.05	D.06	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01		0.16	0.06	00.43
				≧ 55																	
	8.95	1.29	0.62	All speeds	8.86	2.25	2.72	2.48	6.51	8.49	9.24	6.44	9.41	1.92	2.89	1.22	3.96	4.04	12.10	6.71	89.24
MAY				1 - 12	4.57	2.02	2.25	2.09	3.59	2.81	2.85	2.47	4.92	2.16	2.24	1.34	2.58	3.63	6.63	4.33	50.48
				13 - 31	5.90	1.73	1.00	1.04	2.27	3.98	2.88	1.01	0.72	0.24	0.52	0.27	0.51	1.11	5.88	7.65	36.71
				32 - 54	0.13		0.02				0.08	0.01	0.01		0.04		0.01	0.04	0.06	0.10	0.50
				≧ 55																	
	9.88	1.31	1.12	All speeds	10.60	3.75	3.27	3.13	5.86	6.79	5.81	3.49	6.65	2.40	2.80	1.61	3.10	4.78	12.57	12.08	87.69
JUNE				1 - 12	3.45	0.97	1.60	1.19	1.85	1.39	1.62	1.27	2.56	1.64	2.13	1.24	3.61	6.14	9.08	4.62	44.36
				13 - 31	6.07	0.73	0.49	0.22	0.57	1.03	0.44	0.10	0.12	0.13	0.06	0.08	0.51	3.89	19.18	12.21	45.83
				32 - 54	0.07													0.02	0.33	0.66	1.08
				≧ 55																	
	6.62	0.99	1.12	All speeds	9.59	1.70	2.09	1.41	2.42	2.42	2.06	1.37	2.68	1.77	2.19	1.32	4.12	10.05	28.59	17.49	91.27
JULY				1 - 12	2.30	0.71	1.21	0.86	1.42	1.37	1.60	1.45	2.60	1.59	1.63	1.30	5.12	6.97	10.29	3.82	44.24
				13 - 31	2.91	0.38	0.40	0.33	1.40	1.41	0.67	0.14	0.04	0.01	0.02	0.05	1.01	4.69	19.93	10.75	44.04
				32 - 54	0.07													0.16	0.42	0.28	0.93
				≧ 55																	
	8.30	1.75	0.74	All speeds	5.28	1.09	1.61	1.19	2.82	2.78	2.17	1.59	2.64	1.60	1.65	1.35	6.13	11.82	30.64	14.85	89.21
AUGUST				1 - 12	3.01	0.96	1.38	1.24	2.60	1.59	2.12	1.87	4.22	2.29	2.13	1.23	6.16	6.70	8.89	4.44	50.73
				13 - 31	2.95	0.36	0.28	0.21	1.19	1.31	0.77	0.19	0.22	0.13	0.02	0.01	0.78	3.87	13.60	8.65	34.44
				32 - 54	0.04														0.35	0.20	0.59
				≧ 55																	
	11.71	1.74	0.78	All speeds	6.00	1.32	1.66	1.45	3.69	2.90	2.89	2.05	4.44	2.42	2.15	1.24	6.94	10.57	22.84	13.19	85.76
SEPTEMBER				1 - 12	3.91	1.19	1.67	1.22	2.66	2.17	2.30	1.92	4.70	3.11	2.78	1.60	4.72	6.50	10.34	5.56	56.36
				13 - 31	3.12	0.31	0.24	0.42	0.96	1.06	0.51	0.33	0.16	0.07	0.05	0.06	0.30	1.85	10.83	7.81	28.08
				32 - 54															0.08	0.11	0.19
				≧ 55																	
	13.61	1.03	0.83	All speeds	7.03	1.50	1.91	1.64	3.62	3.23	2.81	2.25	4.86	3.18	2.84	1.66	5.02	8.35	21.25	13.48	84.63
OCTOBER				1 - 12	4.61	1.49	2.36	1.47	4.19	3.04	3.23	3.27	9.69	3.25	3.19	1.39	4.37	4.33	7.11	4.18	61.17
				13 - 31	2.12	0.35	0.38	0.51	1.80	1.91	1.96	0.97	1.16	0.28	0.21	0.04	0.14	1.03	4.64	4.26	21.75
				32 - 54	0.02								0.01						0.05	0.05	00.13
				≧ 55																	
	14.80	0.77	1.38	All speeds	6.75	1.84	2.74	1.98	5.99	4.95	5.19	4.24	10.85	3.53	3.40	1.43	4.51	5.36	11.80	8.49	83.05
NOVEMBER				1 - 12	4.89	1.30	1.79	1.01	2.78	2.30	2.46	2.47	5.88	2.09	2.02	1.44	5.45	5.50	9.43	5.69	56.50
				13 - 31	2.50	0.35	0.75	0.38	1.09	2.50	2.50	1.96	1.42	0.24	0.31	0.17	0.34	1.10	5.16	3.77	24.54
				32 - 54					0.01												0.01
				≧ 55																	
	16.59	0.55	1.81	All speeds	7.39	1.65	2.54	1.39	3.88	4.80	4.96	4.43	7.30	2.33	2.33	1.61	5.79	6.60	14.59	9.46	81.05
DECEMBER				1 - 12	4.48	1.20	1.03	0.93	2.17	1.53	2.26	2.21	3.98	1.73	1.36	1.17	7.58	7.03	10.48	5.48	54.61
				13 - 31	2.32	0.29	0.19	0.16	0.65	1.10	3.20	2.69	1.43	0.13	0.17	0.02	0.40	1.90	7.00	4.23	25.88
				32 - 54						0.01	0.02	0.01							0.09	0.05	0.18
				≧ 55																	
	16.52	1.35	1.46	All speeds	6.80	1.49	1.22	1.09	2.82	2.64	5.48	4.91	5.41	1.86	1.52	1.19	7.98	8.93	17.57	9.76	80.67
ANNUAL				1 - 12	3.94	1.28	1.75	1.29	2.73	2.26	2.72	2.44	5.04	2.11	2.08	1.24	4.61	5.53	8.71	4.64	52.25
				13 - 31	3.28	0.63	0.46	0.43	1.38	2.32	2.71	1.67	1.00	0.20	0.24	0.14	0.54	2.20	9.71	5.42	33.23
				32 - 54	0.03		*		*	0.01	0.06	0.03	0.01	*	0.01	*	0.01	0.02	0.15	0.13	0.46
				≧ 55																	
	11.92	1.05	1.09	All speeds	7.25	1.81	2.21	1.72	4.11	4.59	5.59	4.14	6.05	2.31	2.31	1.38	5.06	7.75	18.57	11.19	85.94

Based on 17 years record (1957 - 1973).

* Less than 0.005.

TABLE 27. DIURNAL VARIATION OF PRECIPITATION (Average of daily total (mm))

STATION : KUWAIT INTERNATIONAL AIRPORT PERIOD : 1958 - 1972

Month	Hours (Local time)					
	00–04	04–08	08–12	12–16	16–20	20–24
January	3.2	4.8	5.2	3.8	3.9	4.8
February	1.9	2.0	1.4	1.9	2.9	1.3
March	1.1	1.6	0.9	1.7	1.4	3.8
April	2.2	3.6	4.2	1.5	5.8	2.2
May	0.9	1.4		0.4	1.0	0.9
June	*					*
July						
August						
September						
October	0.7	0.4	*	*		0.1
November	2.4	3.0	1.6	4.6	2.6	3.1
December	2.9	2.9	3.0	1.8	1.2	2.4
Year	15.3	19.7	16.3	15.7	18.8	18.6

* Less than 0.01 mm.

TABLE 28. DIURNAL VARIATION OF THUNDERSTORMS (Percent of the daily frequency)

STATION : KUWAIT INTERNATIONAL AIRPORT PERIOD : 1962 - 1972

Month	Hours (Local time)					
	0–4	4–8	8–12	12–16	16–20	20–24
January	31	14	2	8	20	25
February	33	17	7	7	13	23
March	15	15	8	14	17	31
April	21	10	6	13	24	26
May	26	11	2	6	22	33
June	25					
July						
August					100	
September					100	
October	26	26			18	30
November	20	13	6	4	22	35
December	30	20		1	17	32
Year	21	11	3	5	32	28

TABLE 29. DIURNAL VARIATION OF DUSTSTORMS (Percent of the daily frequency)

STATION : KUWAIT INTERNATIONAL AIRPORT PERIOD : 1962 - 1972

Month	Hours (Local time)					
	0–4	4–8	8–12	12–16	16–20	20–24
January	12	8	28	34	12	6
February	7	4	35	40	7	7
March	3	11	28	36	16	6
April	6	8	28	31	19	8
May	13	2	23	37	18	7
June		2	32	39	24	3
July		2	24	40	29	5
August		1	21	49	27	2
September			22	62	16	
October	8	8	21	33	13	17
November	11		33	45	11	
December	8	10	35	30	9	8
Year	6	5	27	39	17	6

TABLE 30. DIURNAL VARIATION OF FOG (Percent of the daily frequency)

STATION: KUWAIT INTERNATIONAL AIRPORT PERIOD: 1962 - 1973

Month	Hours (Local time)					
	0–4	4–8	8–12	12–16	16–20	20–24
January	32	46	15	1		6
February	37	39	10		6	8
March	27	64				9
April	30	60				10
May		100				
June						
July		100				
August	57	43				
September	36	64				
October	35	61	2			2
November	30	45	11			14
December	22	40	14		4	20
Year	28	60	5	*	1	6

TABLE 31. MEAN NUMBER OF DAYS VISIBILITY LIES WITHIN SPECIFIED RANGES.

STATION : KUWAIT INTERNATIONAL AIRPORT PERIOD : 1962 - 1979

Limits of Visibility (Km)	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	YEAR
Very poor 0-1	4.6	2.8	3.7	3.9	4.6	4.8	5.2	2.6	1.3	3.3	2.1	3.2	42.1
Poor 1-4	5.5	5.4	6.7	6.2	5.9	8.0	7.5	6.6	5.6	5.2	4.7	5.4	72.7
Moderate 4-7	8.4	7.5	8.3	8.7	9.3	8.7	8.8	9.5	10.3	9.8	8.8	10.0	108.1
Fair 7-10	4.9	5.6	5.0	5.4	5.0	4.5	3.9	5.8	6.7	5.1	5.3	5.2	62.9
Good, over 10	7.6	6.9	7.3	5.8	6.2	4.0	5.6	6.5	6.1	7.6	9.1	7.2	79.9

TABLE 32. MEAN NUMBER OF HOURS *VISIBILITY LIES WITHIN SPECIFIED RANGES.

STATION : KUWAIT INTERNATIONAL AIRPORT PERIOD : 1962 - 1979

Limits of Visibility (Km)	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	YEAR
Very poor 0-1	15	8	9	12	11	29	32	8	4	8	6	12	154
Poor 1-4	31	30	37	34	37	67	65	39	22	23	17	28	430
Moderate 4-7	63	55	76	69	81	99	95	80	62	61	49	65	855
Fair 7-10	72	61	76	81	83	78	72	75	69	69	54	70	860
Good, over 10	563	523	546	524	532	447	479	541	562	583	594	569	6463

* Figures are rounded to the whole one hour.

TABLE 33. PERCENTAGE FREQUENCY OF DIFFERENT DEGREES OF VISIBILITY AT THE SYNOPTIC HOURS.

Period : 1962 - 1979

	0300 L					0600 L					0900 L					1200 L				
Limits of Visibility (Km)	0–1	1–4	4–7	7–10	Over 10	0–1	1–4	4–7	7–10	Over 10	0–1	1–4	4–7	7–10	Over 10	0–1	1–4	4–7	7–10	Over 10
JANUARY	4	2	3	8	83	3	3	6	7	81	3	8	19	18	51	1	5	12	14	68
FEBRUARY	1	2	2	7	88	.4	2	4	8	85	1	7	19	17	56	2	7	9	14	67
MARCH	.5	3	4	5	88	1	5	10	9	75	2	7	19	19	52	2	7	17	13	60
APRIL	1	2	3	5	90	2	4	13	16	65	2	7	15	21	55	3	6	15	15	60
MAY	1	2	3	4	90	1	5	15	13	66	1	8	20	20	52	2	9	16	12	61
JUNE	.4	2	2	4	91	.7	4	17	16	63	2	10	25	21	42	9	13	16	14	47
JULY		2	2	3	94	.4	4	17	12	66	3	7	21	18	50	8	12	17	12	51
AUGUST	.2	.5	2	3	95	.4	2	12	15	71		4	19	22	55	2	7	16	14	61
SEPTEMBER	.7	1	1	1	95	1	3	12	12	71		5	19	26	50	.9	5	12	15	68
OCTOBER	2	2	2	4	90	3	5	13	8	72	.5	5	20	22	53	1	3	11	14	69
NOVEMBER	1	1	3	3	91	2	.7	6	6	85	.9	5	18	17	59	.4	3	9	11	77
DECEMBER	2	3	7	5	84	3	3	5	6	84	2	10	17	19	51	2	4	13	16	66
YEAR	1	2	3	4	90	2	3	11	11	74	1	7	19	20	52	3	7	14	14	63

	1500 L					1800 L					2100 L					2400 L				
JANUARY	1	5	9	9	76	.4	3	6	9	82	.8	1	3	7	88	2	3	3	7	85
FEBRUARY	2	5	11	9	73	1	3	10	10	75	.6	3	3	3	90	.2	3	4	3	90
MARCH	2	8	13	13	64	1	6	13	14	65	.4	2	3	6	89	.5	3	4	4	89
APRIL	3	7	13	14	63	2	6	12	13	68	1	2	4	3	90	1	2	3	5	88
MAY	2	7	17	13	62	1	6	14	13	66	.9	2	4	7	87	1	3	3	5	88
JUNE	8	15	14	9	54	8	16	16	8	53	2	9	11	8	70	.2	6	9	7	78
JULY	9	14	13	10	54	11	15	15	7	52	4	9	11	9	67	.7	.5	7	7	80
AUGUST	3	8	12	10	67	3	11	14	7	66	.2	7	7	6	80		3	5	6	86
SEPTEMBER	.9	5	8	10	77	.7	6	11	13	69		1	4	4	90	.2	2	2	2	94
OCTOBER	.5	3	7	9	81	.4	2	7	11	79	.2	1	2	4	93	.5	2	4	5	89
NOVEMBER	.2	2	7	7	83	.2	2	3	6	89	.2	1	3	4	92	1	.9	2	4	92
DECEMBER	.9	4	9	12	75	.5	2	5	7	86	.9	2	4	5	89	2	2	5	5	87
YEAR	3	7	11	10	69	3	7	11	10	71	1	3	5	5	85	.8	3	4	5	87

Figures above 0.9 are rounded to the whole 1 percent.

TABLE 34. MEAN SEA TEMPERATURE (°C)

SHUWAIKH PORT PERIOD : 1960 - 1980

YEAR	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	MEAN
1960	17.6	18.1	20.5	24.0	28.7	30.9	32.7	32.9	31.8	27.3	23.8	19.1	25.6
1961	17.1	17.7	19.2	23.9	29.5	30.5	32.1	33.4	29.8	27.3	23.6	18.9	25.3
1962	17.8	18.7	21.6	24.7	29.4	31.9	33.6	35.1	32.7	29.2	24.7	19.8	26.6
1963	18.9	20.2	20.2	25.1	28.1	31.2	32.7	33.3	31.6	28.2	22.5	16.2	25.7
1964	11.9	15.2	20.3	23.0	27.2	31.3	31.3	31.5	29.8	25.6	22.2	16.5	23.8
1965	15.3	16.9	20.1	22.7	28.0	31.3	32.0	33.5	31.6	28.6	21.8	17.7	25.0
1966	16.7	18.7	20.0	23.9	28.0	30.3	31.9	32.6	31.9	28.0	24.6	19.0	25.5
1967	16.4	15.3	18.7	22.1	27.5	29.1	30.8	31.5	30.5	28.2	26.7	16.8	24.5
1968	15.2	15.7	20.1	23.7	28.5	30.5	31.8	30.9	30.7	28.6	24.1	19.8	25.0
1969	18.0	17.1	22.8	24.6	28.8	31.6	30.9	32.1	32.3	29.5	22.7	19.8	25.9
1970	17.7	19.0	21.4	25.4	29.1	30.2	32.5	32.9	30.4	27.7	25.1	18.3	25.8
1971	17.4	17.7	21.0	24.4	30.5	31.2	32.9	33.2	32.2	28.5	24.0	18.3	25.9
1972	15.6	16.2	20.3	25.8	28.9	32.6	31.7	34.5	32.5	30.7	24.0	17.6	25.9
1973	15.4	18.9	21.0	24.4	29.6	30.4	31.9	34.5	32.4	30.9	22.5	17.8	25.8
1974	16.1	16.8	21.8	25.8	29.6	32.0	33.0	33.6	32.1	29.4	25.3	19.0	26.2
1975	16.4	17.4	20.8	25.0	30.3	31.2	32.6	32.6	33.7	27.9	24.4	18.0	25.9
1976	17.0	17.5	20.2	25.6	29.2	30.4	31.4	32.6	31.5	29.4	24.4	20.5	25.8
1977	17.1	18.9	21.6	24.4	28.1	31.2	30.3	33.3	31.7	28.0	22.1	19.6	25.5
1978	17.8	19.3	21.7	25.2	29.2	30.9	32.3	31.7	30.5	28.9	22.1	20.5	25.8
1979	18.4	19.6	20.9	24.8	28.3	31.8	30.3	31.9	33.0	29.8	24.8	18.8	26.0
1980	17.0	17.0	20.8	24.8	27.4	29.6	33.1	32.5	31.1	27.7	24.1	18.0	25.3
MEAN	16.7	17.7	20.7	24.4	28.8	31.0	32.0	32.9	31.6	28.5	23.8	18.6	25.6

TABLE 35. SUNRISE (Local Time).

STATION : KUWAIT INTERNATIONAL AIRPORT.

Date	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1	0643	0638	0614	0538	0506	0449	0452	0507	0526	0541	0601	0625
5	0644	0636	0610	0533	0503	0448	0453	0510	0527	0543	0604	0628
10	0644	0632	0604	0527	0459	0448	0455	0513	0529	0546	0608	0632
15	0644	0628	0558	0523	0456	0448	0458	0516	0532	0549	0611	0635
20	0643	0623	0552	0517	0453	0449	0500	0519	0535	0551	0616	0638
25	0641	0619	0546	0512	0451	0450	0503	0522	0538	0555	0620	0640

TABLE 36. SUNSET.

Date	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1	1659	1726	1747	1807	1824	1843	1852	1841	1811	1734	1702	1649
5	1703	1729	1749	1809	1827	1845	1852	1838	1806	1729	1700	1649
10	1707	1733	1753	1812	1830	1847	1851	1833	1800	1723	1656	1650
15	1711	1737	1756	1814	1833	1849	1850	1828	1754	1718	1654	1651
20	1716	1741	1759	1817	1836	1850	1848	1823	1747	1713	1652	1653
25	1720	1744	1802	1820	1839	1851	1846	1817	1741	1709	1650	1656

طباعة مطابع مقهوي - الكويت